

# INDICE GENERALE

Elenco dei partecipanti al XXXV Congresso SIBM

## PARTE PRIMA

### TEMA – *Biodiversità ed Aree Marine Protette*

#### *Relazione*

|                                                                                                                              |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| BOERO F., BUSSOTTI S., D'AMBROSIO P., FRASCHETTI S.,<br>GUIDETTI P., TERLIZZI A. - Biodiversità e Aree Marine Protette ..... | 1 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

#### *Interventi programmati*

|                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GIANGRANDE A., ROUSE G.W., PLEJIEL F.J.-J., GAMBI M.C.,<br>CURINI GALLETTI M., CAVALLO A., LICCIANO M., MUSCO L.,<br>PIERRI C., TRIANNI L. - La “rivoluzione cladistica” in tassonomia,<br>nuovi strumenti ed implicazioni per gli ecologi..... | 23 |
| MARTELLOS S., ALONGI G., FALACE A., CORMACI M.,<br>GIACCONE G., NIMIS P.L. – Un sistema di identificazione interattivo<br>applicato alle macroalghe bentoniche .....                                                                            | 31 |

#### *Comunicazioni*

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BAVA S., MANGIALAJO L., CHIANTORE M., CATTANEO-VIETTI<br>R. - Variabilità strutturale nelle comunità di substrato duro dell'AMP<br>Portofino.....                                                                           | 42 |
| BERGAMASCO A., DECEMBRINI F., AZZARO F., GUGLIELMO<br>L., CRISAFI E. - Caratteristiche idrologiche nell'AMP “Isole Ciclopi”<br>(Costa Ionica Siciliana) e relazioni con la biodiversità del comparto plan-<br>ctonico ..... | 52 |
| CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. - Le spugne come<br>hotspot di biodiversità .....                                                                                                                                   | 63 |
| CASELLATO S., SICHIROLLO E., CRISTOFOLI A., MASIERO L.,<br>SORESI S. - Biodiversità delle “tegnue” di Chioggia, zona di tutela bio-<br>logica del Nord Adriatico .....                                                      | 69 |
| CECERE E., PETROCELLI A., SARACINO O.D. - Biodiversity of<br>phytobenthic communities in the Marine Reserve of Porto Cesareo .....                                                                                          | 78 |
| FALACE A., DI PASCOLI A., BRESSAN G. – Valutazione della biodi-<br>versità nella Riserva Marina di Miramare (Nord Adriatico): macroalghe<br>marine bentoniche.....                                                          | 88 |
| GUIDETTI P. – Reserve effect and trophic cascades in Mediterranean<br>sublittoral rocky habitats: a case study at the Marine Protected Area of<br>Torre Guaceto (Southern Adriatic Sea).....                                | 99 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ORSI RELINI L., GARIBALDI F. - Diversità dei cefalopodi mesopelagici del Santuario dei Cetacei in base a campionamenti diretti e osservazioni sull'alimentazione dello zifio, <i>Ziphius cavirostris</i> ..... | 106 |
| TUNESI L., MOLINARI A. – Species richness and biogeographic outlines of the fish assemblage of the Portofino Marine Protected Area (Ligurian Sea).....                                                         | 116 |
| <i>Poster</i>                                                                                                                                                                                                  |     |
| ALEFFI F., SOLIS-WEISS V., BETTOSO N., FARESI L. - Variazione temporale del macrozoobenthos nella zona “buffer” della Riserva Marina di Miramare, Golfo di Trieste .....                                       | 124 |
| BALZANO R., VETRANO G., DI STEFANO F., DI MAIO G., CARRADA G.C. – Dati preliminari sul popolamento ittico dello scoglio del Vervece (Area Marina Protetta di Punta Campanella, Tirreno meridionale).           | 127 |
| BUSSOTTI S., BELMONTE G., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., D'AMBROSIO P., GUIDETTI P., DENITTO F., BOERO F. - Submarine caves in Southern Apulia as priority habitats for conservation purposes                     | 130 |
| DI PASCOLI A., TONIOLO M., FALACE A., BRESSAN G. - Sviluppo di un database utile alla conoscenza della biodiversità algale in aree marine protette.....                                                        | 135 |
| GUARDIANI B., CABRINI M., FONDA UMANI S. - Prime osservazioni di stadi coloniali e motili di <i>Phaeocystis</i> cf. <i>globosa</i> (Prymnesiophyceae) nella Riserva Marina di Miramare.....                    | 137 |
| MURENU M., PAIS A., MURA F., ADDIS P., OLITA A., FERRARI A., ORTU A. - La biodiversità dell'ittiofauna costiera di substrato roccioso in due aree marine protette della Sardegna orientale.....                | 140 |
| PAIS A., AZZURRO E., CHESSA L.A. - Osservazioni sulla diversità della fauna ittica costiera in zone soggette a differenti regimi di tutela nell'Area Marina Protetta dell'Isola dell'Asinara.....              | 146 |
| RAGAZZOLA F., COSSU A., MULARGIA M., PALA D., PLASTINA G. - Estensione e stato di conservazione della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile antistante la spiaggia rosa (Isola di Budelli) .....   | 151 |
| SCINTO A., BENVENUTO C., CERRANO C., MORI M. - Ciclo vitale di <i>Jassa marmorata</i> Holmes 1903 (Crustacea, Amphipoda) nelle acque di Portofino .....                                                        | 155 |
| SOLUSTRI C., MORELLO E.B., VITALI C., FROGLIA C. - Malacofauna dell'area costiera proposta per l'istituzione del “Parco Marino del Piceno” (Adriatico centrale).....                                           | 159 |
| VIRGILIO D., MINOCCI M., MILANI L., CABRINI M. - Segnalazioni di <i>Ceratoperidinium</i> cf. <i>yeye</i> Margalef e di <i>Centrodinium</i> sp. Kofoid nel Golfo di Trieste .....                               | 164 |

**Comitato Acquacoltura**

*Poster*

|                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAROPPO C., PRATO E., BIANCOLINO F., CASALINO E., CALZARETTI G., VERRI T., PASTORE M. - Accrescimento ed aspetti biochimici di <i>Mytilus galloprovincialis</i> sottoposto a diete fitoplanctoniche monospecifiche.....                              | 168 |
| CARUSO G., MANCUSO M., MICALE V., MUGLIA U., CARBONARA P., GENOVESE L. - Valutazione degli enzimi digestivi nell'ontogenesi del tratto gastro-intestinale di larve di <i>Pagellus erythrinus</i> (Linneo, 1758).....                                 | 171 |
| CILENTI L., BREBER P. - <i>Tapes decussatus</i> supera <i>T. philippinarum</i> in laguna di Varano.....                                                                                                                                              | 175 |
| CORATO A., FASOLATO L., TENTI S., ELIA C., SEGATO S. - Valutazione del profilo aminoacidico corporeo in ombrine ( <i>Umbrina cirrosa</i> L.) alimentate con diete a diverso rapporto lipidi/carboidrati.....                                         | 177 |
| CORSI I., IACocca A., CORRIERO G., NONNIS MARZANO C., GIANGRANDE A., TRIANNI L., FOCARDI S. - Promising extractive species for integrated mariculture systems: preliminary results on their resistance to organophosphate insecticides exposure..... | 181 |
| FASOLATO L., CORATO A., SEGATO S., BUOSO M.C., DE POLI M., CECCATO D., MOSCHINI G. - Determinazione degli elementi minerali in pesci marini allevati nel Nord Adriatico.....                                                                         | 184 |
| IEROPOLI S., MASULLO P., DO ESPIRITO SANTO M., SANSONE G. - Adattamento dell'ostrica <i>Ostrea edulis</i> in ambiente confinato e condizionato.....                                                                                                  | 188 |
| MANCONI R., LEDDA F.D., ORTU M.F., SERUSI A., STOCCHINO G.A., CORSO G., PRONZATO R. - Spongicoltura integrata nell'AMP "Capo Caccia-Isola Piana": il caso di <i>Aplysina aerophoba</i> (Aplysinidae, Verongida).....                                 | 191 |
| MANCUSO M., BASILE V., INNELLA G., MARINO F., CAVALERI S., ZACCONE R. - <i>Mugil cephalus</i> : un campanello d'allarme della comparsa di focolai di pseudotubercolosi in spigole allevate in gabbie off-shore.....                                  | 195 |
| MANCUSO M., CARUSO G., DENARO M.G., COSTANZO M.T., MARICCHIOLO G., DE PASQUALE F. - Patterns enzimatici del tratto digestivo di <i>Anguilla anguilla</i> a digiuno e dopo alimentazione.....                                                         | 198 |
| MARICCHIOLO G., GARAFFO M., MICALE V., COSTANZO M.T., GENOVESE L. - Utilizzo dell'olio essenziale di garofano come anestetico per giovanili di <i>Pagellus bogaraveo</i> .....                                                                       | 201 |
| MELOTTI P., FELICIA., RONCARATI A., MAGI G.E., ANGELLOTTI L. - Studio sul possibile utilizzo nell'alimentazione umana del mollusco bivalve alloctono <i>Scapharca inaequivalvis</i> (Bruguiere).....                                                 | 204 |
| MICHAUD L., LO GIUDICE A., BRUNI V., BLANCHETON J.P. - Effetto del rapporto C/N del substrato sulla filtrazione biologica in acquacoltura.....                                                                                                       | 207 |

|                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MONTELLA E., MAZZOLA S., ANGOTZI R., GONCHAROV S., BUSCAINO G., CUTTITTA A., ARONICA S., BONANNO A. - Primi risultati di un esperimento di accrescimento larvale di aringhe ( <i>Clupea harengus</i> ) in due mesocosmi a differente densità..... | 211 |
| PAGLIARANI A., BANDIERA P., TROMBETTI F., VENTRELLA V., TRIGARI G., BORGATTI A.R. - Possibile ruolo delle ATPasi Na-dipendenti nella escrezione azotata nella vongola <i>Tapes philippinarum</i> .....                                            | 216 |
| PELLIZZATO M., GALVAN T., PENZO P. - Monitoraggio delle principali aree di reclutamento di <i>Tapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850) in Laguna di Venezia .....                                                                            | 219 |
| PELLIZZATO M., GALVAN T., PENZO P. - Prospettive di ostricoltura in alto Adriatico.....                                                                                                                                                           | 223 |
| PRATO E., CAROPPO C., BIANDOLINO F., CASALINO E., CALZARETTI G., VERRI T., PASTORE M. - <i>Modiolus barbatus</i> sottoposto a differenti diete fitoplanctoniche monospecifiche .....                                                              | 227 |
| RAMBALDI E., DE MURTAS R., BIASSENI M., PELUSI P., OTTOLENGHI F., RASSET B. - Risultati dell'allevamento della mazzancolla ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> ) in bacini artificiali secondo differenti protocolli produttivi .....                 | 230 |
| SEGATO S., ELIA C., BALZAN S., ANDRIGHETTO I. - Influenza di profondità e stagione sullo sviluppo del fouling in reti da gabbie nell'Alto Adriatico.....                                                                                          | 233 |
| VELOTTO S., PERRUCCI G., STASI T., DI PRISCO M.R., RATTO A., CRASTO A. - Studio dello sviluppo muscolare in due teleostei: applicazione di tecniche di allevamento ecocompatibili.....                                                            | 237 |

### **Comitato Benthos**

#### *Poster*

|                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BRUSCO F., CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CERRANO C. - Attività di erosione di <i>Cliona celata</i> Grant, 1826 e <i>Pione vastifica</i> (Hancock, 1849) (Porifera, Demospongiae) perforanti substrati artificiali ..... | 240 |
| CASOLA E., LANERA P., MAGNIFICO G., PLASTINA N., SCARDI M., VALIANTE L.M., VINCI D. - Carta bionomica dei fondali anti-stanti all'ex stabilimento siderurgico Italsider (Bagnoli, Napoli) .....                        | 244 |
| CAVALLO R.A., ACQUAVIVA M.I., BIANDOLINO F., NARRACCI M., STABILI L., PRATO E. - Uso di saggi biologici per la valutazione della tossicità dei sedimenti prelevati lungo la costa pugliese.....                        | 248 |
| CHESSA L.A., PATTI F.P., DELRIO G. - <i>Peltaster placenta</i> (Müller & Troschel 1842) forma tetramera: un ritrovamento insolito .....                                                                                | 253 |
| LA PORTA B., LATTANZI L., LA VALLE P., NICOLETTI L., FIORENTINI C., BONDANESE C., ALTOBELLI C., CHIMENZ GUSSO C. - Fauna bentonica di fondi detritici delle Isole Pontine (Mar Tirreno)                                | 257 |



|                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CIANCIOLO C., MILAZZO M., BADALAMENTI F., CHEMELLO R. - Effetti indiretti del pascolamento dei ricci sul benthos costiero: variazioni nella malacofauna.....                                                                                           | 261 |
| CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., SERIO D. - Su due rare specie della macroflora algale mediterranea presenti in Sardegna: <i>Laurencia pyramidalis</i> (Rhodophyta, Rhodomelaceae) e <i>Cystoseira squarrosa</i> (Ochrophyta, Cystoseiraceae)..... | 265 |
| CORTI S., CECCANTI B., MASCIANDARO G., COMO S., LARDICCI C. - Interactions between polychaetes and bacterial activity in the sediment: a laboratory experiment.....                                                                                    | 269 |
| CURIEL D., CHECCHIN E., MIOTTI C., PESSA G., BELLEMO G., MARZOCCHI M. - Dinamiche ed epifitismo delle fanerogame marine della Laguna di Venezia.....                                                                                                   | 272 |
| CURIEL D., RISMONDO A., CHECCHIN E., DRI C., MIOTTI C., PIERINI A., MION D., ZAJA R. - Distribuzione delle macroalghe della Laguna di Venezia.....                                                                                                     | 274 |
| FORNI G., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Struttura di popolazione del bivalve <i>Lentidium mediterraneum</i> e variazioni ambientali in Nord Adriatico.....                                                                                                   | 277 |
| GIANGUZZA P., BONAVIRI C., CHEMELLO R., RIGGIO S. - Remarkable presence of <i>Aplysia punctata</i> (Mollusca, Opisthobranchia, Anaspidea) in the Ustica Island MPA (Western Mediterranean, Italy).....                                                 | 281 |
| GRAZIANO M., MILAZZO M., DI FRANCO A., FRANZITTA G., CHEMELLO R. - Valutazione della componente bentonica di ipostrato in tre aree marine protette del Tirreno meridionale.....                                                                        | 284 |
| MAGNI P., FENZI G., CASU D., FLORIS A., DE FALCO G., CASTELLI A. - Variabilità stagionale del macrozoobenthos nella laguna di Cabras (Sardegna, Mediterraneo occidentale).....                                                                         | 287 |
| MERELLO S., MORENO M., FABIANO M., RELINI G. - Macro e meiofauna di sedimenti colonizzati da <i>Caulerpa taxifolia</i> in Mar Ligure.                                                                                                                  | 291 |
| NURRA N., MUSSAT SARTOR R., GASTALDI P., VETERE M., PESSANI D. - Fenologia e perimetrazione della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> di Punta Manara (Liguria orientale): dati recenti .....                                                        | 295 |
| PANETTA P., MASTROTOTARO F., TANZARELLA S. - Due scafopodi rari nel basso Adriatico .....                                                                                                                                                              | 299 |
| PESSA G., MION D. - Variazioni nella distribuzione ed abbondanza di <i>Tapes philippinarum</i> (Adams e Reeve, 1850) e <i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789) (Mollusca Bivalvia) in Laguna di Venezia tra il 1999 ed il 2002.....                 | 303 |
| PICOLLO A., BAVA S., MAGGI S., COSTA M., CIVITELLA M., VERRARDI D. - Applicazione di un nuovo protocollo preliminare dell' <i>Organism Sediment Index</i> (OSI) per la valutazione della qualità ambientale nel porto di Genova.....                   | 307 |

|                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PONTI M., DELLA CASA C., BACCHIOCCHI F., COLANGELO M.A., CECCHERELLI V.U. - Distribuzione spaziale e variazioni stagionali dei popolamenti macrobentonici nella laguna costiera "Pialassa Baiona" (Ravenna) .....                            | 312 |
| PRIOLI G., RAMBALDI E., ZENTILIN A., PELUSI P., OTTOLENGHI F. - Studio comparativo sull'impatto di due attrezzi innovativi per la pesca delle vongole ( <i>Tapes philippinarum</i> ) nella Laguna di Venezia.....                            | 317 |
| RISMONDO A., CURIEL D., CHECCHIN E., DRI C., MIOTTI C., ZAJA R. - Impiego delle comunità fouling per una caratterizzazione delle condizioni ambientali della Laguna di Venezia.....                                                          | 322 |
| RUSSINO G., SERRA S., CAPPUCCINELLI R., MARTINELLI M., PAIS M., PALA D., GARGIULO F. - Strutture per la conservazione del corallo rosso in siti superficiali della Sardegna .....                                                            | 326 |
| RUSSO G.F., VILLANI G. - Diffusione nel Tirreno Centrale della specie alloctona <i>Percnon gibbesi</i> (Decapoda, Grapsidae).....                                                                                                            | 329 |
| SCAPOLATEMPO M., SOLUSTRI C., SABELLI B. - Osservazioni istologiche sul ciclo riproduttivo di <i>Anadara demiri</i> (Piani, 1981) (Bivalvia, Arcidae) in Adriatico Centrale .....                                                            | 331 |
| SCONFIETTI R., MANGILI F., SAVINI D., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Diffusion of the alien species <i>Caprella scaura</i> Templeton, 1836 (Amphipoda: Caprellidae) in the Northern Adriatic Sea.....                                               | 335 |
| SCUDERI D., RUSSO G.F. - Prima segnalazione di <i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828 e probabile presenza di <i>Syphonota geographica</i> (Adams e Reeve, 1850) (Gastropoda: Opisthobranchia: Anaspidea) per le acque del Mediterraneo ..... | 338 |
| SEMPRUCCI F., GUERRINI A., BALSAMO M. - Dati preliminari sulla biodiversità della nematofauna dell'Adriatico centrale.....                                                                                                                   | 342 |
| TARGUSI M., ARDIZZONE G.D., BONDANESE C., CHIMENZ C., LA PORTA B., LA VALLE P., LATTANZI L., MARZIALETTI S., NICOLETTI L. - Popolamenti bentonici di barriere artificiali: Ponza e Fregene (Lazio, Italia).....                              | 346 |
| VACCA S., MILANESE M., SARÀ A., FERRETTI C., PRONZATO R. - Analisi del sistema acquifero di <i>Chondrilla nucula</i> (Porifera, Demospongiae) .....                                                                                          | 351 |
| VALERI A., DE VITTOR C., CREVATIN E., DEL NEGRO P., FONDA UMANI S. - Attività batterica all'interfaccia acqua-sedimento in una stazione costiera del Golfo di Trieste.....                                                                   | 354 |
| VANNUCCI A., ROSSETTI I., SARTINI M., FRANCESCONI B., GAMBACCINI S., CORREANI M. - Policheti di fondo mobile del litorale di Seccheto (Isola d'Elba, Mar Tirreno settentrionale) .....                                                       | 359 |
| VERDELLI S., GIACCO E., CORRÀ C., GARAVENTA F., CHIANTORE M., FAIMALI M., CATTANEO-VIETTI R. - Algal cover effects on macrozoobenthic community development on panels of natural and artificial materials .....                              | 365 |

PARTE SECONDA

**Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera**

*Poster*

|                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ALABISO G., GIACOMINI M., MILILLO M., RICCI P. – The Taran-<br>to Sea system: 8 years of chemical-physical measurements .....                                                                                                                      | 369 |
| BENFANTE M., MILAZZO M., PALMERI A., CHEMELLO R. - Un<br>approccio a grande scala per la classificazione dell'ambiente costiero .....                                                                                                              | 374 |
| BONAVIRI C., CARINI V., GENNA G., GIANGUZZA P. - Analisi<br>preliminare della pesca artigianale nell'area del Biscione (Sicilia Sud-<br>Occidentale).....                                                                                          | 378 |
| CALTAVUTURO G., GNONE G., TOMASINI A., ZAVATTA V. - Pre-<br>senza di cetacei nella fascia costiera genovese.....                                                                                                                                   | 382 |
| CORDISCO C.A., TROTTA P., ROMANELLI M. - “Plasticità ripro-<br>duttiva” della vongola comune <i>Chamelea gallina</i> (Linneo, 1758) .....                                                                                                          | 385 |
| CRISTO B. - Osservazioni su <i>Patella ferruginea</i> Gmelin, 1791 (Mollusca,<br>Gastropoda) nel Parco Nazionale dell'Arcipelago della Maddalena: Iso-<br>lotto di Spargiotto.....                                                                 | 389 |
| CUSENZA A., VITALE S., BELTRANO A.M., MILAZZO A., ASPANÒ<br>E. - Prime osservazioni sull'alimentazione di esemplari adulti di salpa<br>( <i>Sarpa salpa</i> , L. 1758) (Osteichthyes, Sparidae) nella costa sud-occidentale<br>della Sicilia ..... | 391 |
| DE LUCA M., GUADAGNO D., SCARFÌ S., BRUNI V., DE DOMENICO<br>M., DE DONNO A., LIACI D., DE DOMENICO E. - Indici microbici<br>di qualità delle acque (costa salentina).....                                                                         | 394 |
| GALLETTA M., MARINI A., RAFFA F. - Andamento annuale delle<br>condizioni idrobiologiche nell'Area Marina Protetta “Isole Ciclopi” (Si-<br>cilia orientale).....                                                                                    | 400 |
| GRISTINA M., FIORENTINO F., GAROFALO G., GAGLIANO M.,<br>MORIZZO G., CUSUMANO S. - Effetti della protezione sull'aragosta<br>comune ( <i>Palinurus elephas</i> Fabricius, 1787) nella riserva marina delle Iso-<br>le Egadi .....                  | 404 |
| MILAZZO A., CANNIZZARO A., CANNIZZARO L., CONDORELLI A.,<br>RIZZO P., SALVO G., VITALE S. - Sugli attrezzi da pesca utilizzati<br>dalla marineria di Selinunte .....                                                                               | 410 |
| MOLINARI A. – Preliminary observations on fish assemblages associ-<br>ated to <i>beachrock</i> formations in the western Ligurian Sea .....                                                                                                        | 414 |
| PASSALACQUA M.C., CANTA S., BONO G., BELTRANO A.M. -<br><i>Scorpaena porcus</i> nell'Area Marina Protetta (AMP) delle Isole Egadi.....                                                                                                             | 418 |
| PELLIZZATO M., VENDRAMINI A., CERASUOLO C., GALVAN<br>T., LAZZARINI R., PENZO P. - Monitoraggio della risorsa <i>Chamelea</i><br><i>gallina</i> (L.) dal Tagliamento al Brenta (Nord Adriatico - autunno 2003).                                    | 422 |

|                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PICOLLO A., BAVA S., ALBERTELLI G., COPPO S., BERTOLOTTO R.M., VERARDI D. - Elaborazione di un indice di sintesi dei sedimenti marini costieri .....                                                                        | 427 |
| PROFETA A., ROMANO P., GULLOTTA M.C., MICALIZZI M., POTOSCHI A. JR, SPANÒ N., MANGANARO A., GRECO S. - Progetto Afrodite: studio del popolamento ittico dell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi" (Sicilia orientale) ..... | 431 |
| RENDE F., CARDILIO M., COZZA R., INNOCENTI A.M. - Monitoraggio delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile nel sito SIC dell'Isola di Dino .....                                                                | 436 |
| ROMANO C., MARINO G., SARÀ G., MAZZOLA A. - Studio del comportamento alimentare di <i>Sparus aurata</i> selvatico e allevato in cattività nei confronti di <i>Cerastoderma glaucum</i> .....                                | 442 |
| FIESOLETTI F., SPECCHIULLI A., SPAGNOLI F., GALLETTA M., RAFFA F., DECEMBRINI F. - Caratteristiche fisico-chimiche, chimiche e biologiche delle acque nel Golfo di Manfredonia (Adriatico meridionale) .....                | 445 |
| TORCHIA G., BADALAMENTI F., AMMAR I., FOULQUIÉ M., GRECO R. - Primi dati sulle caratteristiche biocenotiche di un'Area Marina Protetta in Siria.....                                                                        | 450 |
| TUNESI L., MOLINARI A., AGNESI S., DI NORA T., MO G. - Presence of fish juveniles in the Ligurian coastal waters: synthesis of available knowledge .....                                                                    | 455 |
| <b>Comitato Necton</b>                                                                                                                                                                                                      |     |
| <i>Poster</i>                                                                                                                                                                                                               |     |
| BASILONE G., RIZZUTO V., MAZZOLA S., BRAI M., TRANCHINA L., CUTTITTA A., AGOGLITTA R., PATTI B., BONANNO A., SPOSITO P. - Livelli di mercurio in acciughe e sardine nello Stretto di Sicilia .....                          | 460 |
| BONANNO A., BASILONE G., PALUMBO V., GONCHAROV S., ROLLANDI L., ARONICA S., DI NIERI A., SPOSITO P. - Cattura accidentale di dentice corazziere ( <i>Dentex gibbosus</i> ) nello stretto di Sicilia .....                   | 465 |
| BONO L., DE RANIERI S., FABIANI O., LENZI C., MANCUSI C., SERENA F. - Studio dell'accrescimento di <i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) attraverso l'analisi delle vertebre.....                  | 470 |
| CABIDDU S., FOLLESA M.C., CUCCU D., PORCU C., CAU A. - Dieta di <i>Chlorophthalmus agassizi</i> Bonaparte, 1840 nel Mediterraneo centro-occidentale.....                                                                    | 475 |
| CAMILLERI M., RAGONESE S., DARMANIN M., ROSSO B. - The discovery of a specimen of <i>Lobotes surinamensis</i> off the Maltese Islands (Central Mediterranean Sea).....                                                      | 480 |
| CAPUA D., SARTOR P., VOLIANI A., ZUCCHI A. - Documentazione sulla deposizione e sviluppo embrionale di <i>Alloteuthis media</i> (L., 1758) (Cephalopoda, Loliginidae) nella fascia costiera del Mar Ligure orientale .....  | 484 |

|                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CARBONARA P., ZUPA R., SPEDICATO M.T. - Rinvenimento di una femmina in deposizione di <i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807 nel Golfo di Salerno.....                                                                                 | 488 |
| CHESSA L.A., LANERA P., PAIS A., PLASTINA N., SCARDI M., SERRA S., VALIANTE M.L., VINCI D. - Aspetti del regime alimentare di <i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758) nello stagno di Calich (Sardegna nord occidentale).....    | 492 |
| CINGOLANI N., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F. - Interazioni e conflittualità tra pesca sportiva e professionale .....                                                                                                             | 496 |
| CUCCU D., JEREB P., ADDIS P., PENDUGIU A.A., SABATINI A., CAU A. - Eccezionali catture di <i>Todarodes sagittatus</i> (Cephalopoda: Ommastrephidae) nei mari sardi .....                                                               | 500 |
| CUOCO C., MANCUSI C., SERENA F. - Studio delle abitudini alimentari di <i>Raja asterias</i> (Delaroche, 1809) (Chondrichthyes, Rajidae) .....                                                                                          | 504 |
| FALDELLONI A., CHELLI M., VOLIANI A. - <i>Bathypolypus sponsalis</i> (Cephalopoda, Octopoda) nel Mar Ligure meridionale.....                                                                                                           | 509 |
| FIorentino F., CAMILLERI M., GANCITANO S., ZACCARIA M., MORIZZO G. - On the presence of <i>Pomadasys incisus</i> , Bowdich, 1825 (Osteichthyes, Haemulidae) in Maltese coastal waters (Strait of Sicily - Central Mediterranean) ..... | 514 |
| FOLLESA M.C., MULAS A., MURENU M., SABATINI A., CAU A. - Ampliamento delle conoscenze sulla fauna batiale dei mari sardi .....                                                                                                         | 517 |
| FRANCESCONI B., SBRANA M., ROSSETTI I., DE RANIERI S. - Gillnet efficiency and selectivity in the exploitation of the common sole, <i>Solea vulgaris</i> (Quensel, 1806), in the Eastern Ligurian Sea.....                             | 522 |
| JEREB P., CUCCU D., GIORDANO D., MAIORANO P., RAGONESE S. - Using historical series of trawl surveys data to investigate cephalopods: a new method of exploratory analysis.....                                                        | 526 |
| LELLI S., BELLUSCIO A., CARPENTIERI P., COLLOCA F. - Ecologia trofica di <i>Illex coindetii</i> e <i>Todaropsis eblanae</i> (Cephalopoda: Ommastrephidae) nel Mar Tirreno centrale.....                                                | 531 |
| LEONORI I., PALLADINO S., COSIMI G., BUGLIONI G., PALUMBO V. - Sviluppo di un campionatore standardizzato per la valutazione delle risorse demersali .....                                                                             | 535 |
| LONGO C., COLLOCA F., CARPENTIERI P., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Strategie adattative e segregazione trofica tra <i>Argentina sphyraena</i> e <i>Glossanodon leioglossus</i> (Teleostea, Argentinidae) .....                       | 540 |
| MAGGIO T., ANDALORO F., FALAUTANO M., LEMBO G., ARCULEO M. - Genetic variation of dusky grouper ( <i>Epinephelus marginatus</i> , Lowe 1834).....                                                                                      | 544 |
| MARANO C.A., CERIOLO L., MARTINO M., QUARANTA L., UNGARO N. - Sulla lunghezza di prima maturità di <i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> (Risso, 1810) (Osteichthyes, Macrouridae) nel basso Adriatico .....                            | 547 |

|                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MARANO G., DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANI L., CERIOLA L. - Il basso Adriatico, una probabile area di riproduzione di <i>Xiphias gladius</i> L.?                                                                                     | 550 |
| MORIZZO G., BIANCHINI M.L., SINACORI G., RAGONESE S. - Abundance and length structure of john dory ( <i>Zeus faber</i> L., 1758; <i>Actinopterygii</i> , Zeidae) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea).                     | 554 |
| OLITA A., ORTU A., TOLA C., GAVIANO M., MURENU M. - Influenza della temperatura sulla crescita di <i>Liza ramada</i> (Risso, 1826) nello Stagno di Cabras (Sardegna centro-occidentale).                                                  | 559 |
| PASOLINI P., BERTOZZI M., TINTI F. - MED-SKATE: una banca dati <i>on-line</i> per esplorare e monitorare la biodiversità delle razze (Rajidae) del Mediterraneo – Mar Nero.                                                               | 563 |
| PESCI P., PENDUGIU A.A., SABATINI A. - Accrescimento di <i>Centracanthus cirrus</i> Rafinesque, 1810 nei mari sardi.                                                                                                                      | 567 |
| REALE B., SARTOR P., LIGAS A., VIVA C., BERTOLINI D., DE RANIERI S., BELCARI P. – Demersal species assemblage on the <i>Leptometra phalangium</i> (J. Müller, 1841) (Echinodermata; Crinoidea) bottoms of the northern Tyrrhenian Sea.    | 571 |
| RIA M., RUSTIGHI C., CASOTTI M., SILVESTRI R., BAINO R. - Note sulla distribuzione e biologia di <i>Loligo vulgaris</i> e <i>Loligo forbesi</i> nelle acque toscane.                                                                      | 575 |
| ROMANELLI M., CONSALVO I., GIOVANARDI O. – Preliminary data on the composition of discards from commercial trawlers based at Fiumicino (central Tyrrhenian Sea).                                                                          | 580 |
| ROSSETTI I., SARTOR P., FRANCESCONI B., BELCARI P. – Fishery and biology of mantis shrimp, <i>Squilla mantis</i> (L., 1758), exploited with “rapido” trawl in the eastern Ligurian Sea.                                                   | 585 |
| SPEDICATO M.T., BAINO R., CARBONARA P., VOLIANI A., LEMBO G. - Un metodo per standardizzare “ <i>a posteriori</i> ” le stime di abbondanza dei trawl-survey sulla base dei tempi operativi di cala.                                       | 589 |
| TINTI F., GUARNIERO I., GAROIA F., UNGARO N., TURAN C., TRENTINI M., PICCINETTI C. – Diversità genetica, struttura geografica ed evoluzione delle popolazioni di sogliola comune <i>Solea vulgaris</i> del Mediterraneo centro-orientale. | 594 |
| UNGARO N., MARANO G., CERIOLA L., MARTINO M., MARZANO M.C., PASOLINI P. - Prime informazioni sulle taglie maturative di <i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758 e <i>Raja asterias</i> Delaroché, 1809 nel basso Adriatico.                    | 598 |
| VALLISNERI M., LELLI R., TOMMASINI S., PICCINETTI C. – Biologia trofica di <i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Gadidae) nell’Adriatico settentrionale.                                                            | 602 |
| VALLISNERI M., MONTEBELLI M., FROGLIA C., PICCINETTI C. - Regime alimentare di <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (Lacepede, 1800) (Osteichthyes, Gadidae) nell’Adriatico settentrionale.                                               | 605 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VIGNALE P., CARPENTIERI P., COLLOCA F., BELLUSCIO A.,<br>ARDIZZONE G.D. - Fluttuazioni giornaliere e stagionali del regime<br>alimentare di <i>Merluccius merluccius</i> (Teleostea, Merlucciidae) e <i>Trachurus</i><br><i>trachurus</i> (Teleostea, Carangidae) sul bordo della piattaforma tirrenica ... | 609 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ZAVA B., D'ANNA G., GIORDANO D., GIUSTO G.B., MONTEVERDE<br>G., PIPITONE C., FIORENTINO F. - Note biologiche su <i>Lagocephalus</i><br><i>lagocephalus</i> (L., 1758) (Osteichthyes-Tetraodontidae) delle acque siciliane | 614 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

### **Comitato Plancton**

#### *Poster*

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BASILE R., GRIPPA G., PISA G., PESSANI D. - Il primo stadio lar-<br>vale di tre specie del genere <i>Periclimenes</i> (Crustacei, Decapodi)..... | 618 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAROPPO C., FIOCCA A. - Dinamica e biodiversità delle comunità<br>microfitoplanctoniche nel Golfo di Taranto (Mar Ionio) ..... | 621 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DE DOMENICO M., DE LUCA M., GIULIANO L., GUADAGNO<br>D., LO GIUDICE A., LEONARDI M., SCARFÌ S., DE DOMENICO<br>E. - Ulteriori indagini sulla distribuzione di batteri luminosi in acque<br>pelagiche del Mare Ionio (Mar Mediterraneo)..... | 625 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INGARAO C., ERCOLESSI M., ROCCHI M., PENNA A. - Monito-<br>raggio spazio-temporale di fitoplancton potenzialmente tossico in un'area<br>della costa marchigiana: correlazioni con i parametri chimico-fisici e bio-<br>logici delle acque..... | 631 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| MINUTOLI R., GANGEMI E., SITRAN R., SACCÀ A. - Ciclo an-<br>nuale delle comunità zoo- e fitoplanctoniche nell'AMP "Isole Ciclopi" di<br>Acicastello (Sicilia orientale)..... | 636 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PANE L., MARIOTTINI G.L., FRANCESCHI E. - Zeoliti ed alghe fito-<br>planctoniche immobilizzate in coltura: parametri di crescita ed energetici | 642 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ROLLANDI L., BASILONE G., BONANNO A., CUTTITTA A.,<br>PATTI B., PATTI C., MAZZOLA S. - Caratterizzazione dell'ittioplan-<br>cton campionato nella riserva naturale marina delle "Egadi" (Sicilia occi-<br>dentale - Mar Mediterraneo) e relazione con i parametri oceanografici .. | 646 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ZAGAMI G., COSTANZO G., CRESCENTI N., BRUGNANO C. -<br>Dati preliminari sui Copepodi Calanoidi bento-planctonici del genere<br><i>Pseudocyclops</i> del lago di Faro (Sicilia nord-orientale)..... | 650 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

### **Sessione Vari**

#### *Poster*

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BOTTARO M., VACCHI M., ATKINSON C., FERRANDO S.,<br>FERRANDO T., GIROSI L., GALLUS L., TAGLIAFIERRO G. - The<br>ampullae of Lorenzini in cartilaginous fishes: morphological and histo-<br>chemical aspects ..... | 654 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CARDONA A., YAKIMOV M.M., GIACOBBE M.G., LUGLIÈ A.,<br>DE DOMENICO E. - Studio di microflora fisiologicamente attiva asso-<br>ciata ad <i>Alexandrium</i> spp. (Dinophyceae)..... | 656 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|



|                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COLUCCIA E., SALVADORI S., CANNAS R., MILIA A., DEIANA A.M. - Primi dati sulla cariologia di <i>Palinurus gilchristi</i> (Crustacea, Decapoda).....                                                                                                           | 661 |
| DEL BARGA I., FRENZILLI G., SCARCELLI V., GHEZZANI C., CANTAFORA E., BADESSO A., STURVE J., FÖRLIN L., NIGRO M. - Danno al DNA valutato con il <i>comet assay</i> in <i>Zoarcetes viviparus</i> pescati nel porto di Göteborg.....                            | 664 |
| DE VICO G., LICCIARDO G., MAIOLINO P., SFACTERIA A., MARINO F. - Morphological and morphometric study on rodlet cells from parasite infected gills.....                                                                                                       | 668 |
| FABBROCINI A., D'ADAMO R., SCIROCCO T., ROSATI I. - Osservazioni preliminari sul periodo di maturità sessuale di <i>Abra ovata</i> (Mollusca, Pelecypoda) nella laguna di Lesina .....                                                                        | 671 |
| FIGUS V., D'AMICO V., CORTIS M., CANESTRI TROTTI G. - Prevalence, intensity and abundance of helminth parasites in <i>Mullus barbatus</i> L. and <i>M. surmuletus</i> L. from the south coast of Sardinia, Italy ...                                          | 675 |
| GALLUS L., FAIMALI M., PIAZZA V., MAURA G., MARCOLI M., GIROSI L., TAGLIAFIERRO G. - Neurotransmitters in <i>Balanus amphitrite</i> cyprid and their role in settlement.....                                                                                  | 678 |
| GALLUZZI L., PENNA A., BERTOZZINI E., GIACOBBE M.G., VILA M., GARCÉS E., PRIOLI S., MAGNANI M. - Rilevazione della presenza di <i>Alexandrium minutum</i> in molluschi tramite PCR.....                                                                       | 681 |
| GELLI F., SAVORELLI F., FLORIS B., RONCARATI A., PREGNOLATO L., TRENTINI P.L., PANTALEONI L., CONTI D., BELLARIA V. - Impiego del branzino ( <i>Dicentrarchus labrax</i> , L.) quale organismo bersaglio in test ecotossicologici e di bioconcentrazione..... | 684 |
| GIROSI L., CIARCIA G., FERRANDO S., GALLUS L., FERRANDO T., TAGLIAFIERRO G. - FMRFamide-like immunoreactivity in <i>Eunicella cavolinii</i> .....                                                                                                             | 688 |
| GUERRERA M.C., TRIGLIA F., NAVARRA E., MARINO F., DE VICO G. - Infezione da microsporidi in teleostei marini dell'Acquario Comunale di Messina.....                                                                                                           | 691 |
| LO GIUDICE A., MICHAUD L., PRESTINENZI M., BRUNI V. - Influenza di temperatura, pH e NaCl sull'attività lipolitica di batteri marini antartici psicrotrofi.....                                                                                               | 695 |
| MATOZZO V., MARIN M.G. - Biomarkers di esposizione a composti estrogenici e neurotossici nel bivalve <i>Tapes philippinarum</i> in Laguna di Venezia .....                                                                                                    | 698 |
| MINELLI D., COLLEVECCHIO V., VALLISNERI M., SABELLI B. - L'asimmetria del complesso abenulare in alcuni Batoidea e Squaloidea ...                                                                                                                             | 701 |
| PERNICE M., BACCI T., CARANNANTE F., CHIOTA D., DI NUZZO F., MAGNIFICO G., PUGGINA E., CASOLA E. - Il giocare                                                                                                                                                 | 704 |



|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ROMANI R., CORSI I., BONACCI S., FOCARDI S., GIOVANNINI E., ROSI G. - Acetilcolinesterasi nei molluschi.....                                                                                            | 707 |
| SAVINI D., CASTELLAZZI M., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Observations on imposex in the alien invasive gastropod <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846) in the northern Adriatic Sea.....                  | 714 |
| SPECCHIULLI A., SPAGNOLI F., FIESOLETTI F., BARTHOLINI G. - Distribuzione dei nutrienti e dei parametri chimico-fisici nel Golfo di Manfredonia - Adriatico meridionale (giugno e settembre 2003) ..... | 717 |
| VOLPI GHIRARDINI A., ARIZZI NOVELLI A., LOSSO C., HIS E. - Saggio di embriotossicità con <i>Mytilus galloprovincialis</i> per gli ambienti di transizione.....                                          | 724 |

F. BOERO, S. BUSSOTTI, P. D'AMBROSIO, S. FRASCHETTI, P. GUIDETTI, A. TERLIZZI  
CoNISMa, ULR Lecce, DiSTeBA, Università di Lecce, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

## BIODIVERSITÀ E AREE MARINE PROTETTE

### *BIODIVERSITY AND MARINE PROTECTED AREAS*

#### **Abstract**

*In Italy, Marine Protected Areas have been mostly instituted along rocky shores, privileging unique and representative sites. The aims of MPAs are manifold, but they can rarely be all met in the same protected area. The generic statements defining the scopes of protection, and the lack of threat identification, prevent the testing of protection efficacy. The project Afrodite aimed at conducting a single research protocol in all Italian MPAs and represents the first attempt of coordinated research on MPAs in a single country. The results of research in four MPAs (Miramare, Tremiti, Torre Guaceto, Porto Cesareo) indicate that fish communities respond quickly to protection, whereas the response of benthic communities is often not detectable. The mapping of biodiversity in Italian MPAs, furthermore, shows that the A zones are located in sites that often do not contain valuable community types and do not comprise the array of biodiversity present in the MPA. From these results, it stems that reserve zoning will have to be reconsidered, after the aims of the each MPA will be made explicit, along with the threats that might affect their integrity.*

**Key-words:** Marine Parks, biodiversity, ecological theories, benthos, necton.

#### **Introduzione: la fascia costiera e la strana coppia terra-mare**

Gran parte della popolazione mondiale vive in prossimità della costa o, comunque, ha un impatto su di essa; quasi tutti i nostri rifiuti, infatti, arrivano al mare, o direttamente o attraverso i sistemi fluviali. La definizione di fascia costiera si è sempre più allargata, man mano che appariva evidente come il mare fosse influenzato anche da azioni che avvenivano molto lontano dalle sue rive. L'uso di detersivi a Torino e Milano, e in tutta la pianura padana, ha profonde ripercussioni sulla dinamica dei nutrienti nel nord Adriatico, l'uso di fertilizzanti e pesticidi e l'allevamento del bestiame nel Bacino del Po possono causare fenomeni di distrofia nell'ambiente marino. La parte emersa della fascia costiera, in altre parole, potrebbe essere la porzione di territorio che può influenzare direttamente la qualità dell'ambiente marino (soprattutto attraverso i fiumi). Per quanto riguarda la parte marina della fascia costiera, le dinamiche correntizie da una parte e le tecnologie di estrazione di risorse (pesca, estrazione di gas e idrocarburi) dall'altra ormai autorizzano a definire come "costiera" tutta la platea continentale. I canyon sottomarini che incidono la platea continentale, inoltre, probabilmente fungono da collegamento tra le acque profonde del largo e le acque costiere, trasportando propaguli e nutrienti (Della Tommasa *et al.*, 2000; Marcus e Boero, 1998).

I sistemi costieri, quindi, subiscono in modo diretto gli effetti delle attività antropiche, ma la componente marina presenta ancora condizioni molto diverse da quella terrestre. Nonostante i fortissimi impatti che sta subendo da sempre, il mare resta in uno stato incomparabilmente più integro e naturale rispetto a qualsiasi ambiente terrestre. A terra, infatti, l'uomo ha stravolto ormai completamente il paesaggio, la biodiversità e il funzionamento degli ecosistemi. L'agricoltura e l'allevamento del bestiame hanno cambiato in modo irreparabile la fisionomia dell'ambiente, tanto che non esiste più, almeno nel nostro paese, la possibilità

di sfruttare su larga scala alcuna risorsa biologica naturale: le popolazioni naturali praticamente non esistono più. In mare, invece, la pesca sfrutta industrialmente le popolazioni naturali, anche se la presunzione di una loro inesauribilità ci appare sempre più fallace. Il segreto della differenza del mare rispetto alla terra si potrebbe far risalire alla diversa dinamica dei produttori primari. A crescita lenta e a vita relativamente lunga a terra (semplificando: con strategia K), per lo più con crescita veloce e a vita breve in mare (con strategia r). I produttori primari marini sono in gran parte protisti unicellulari e non formano paesaggio (con l'eccezione delle prime decine di metri di profondità, in siti ben illuminati), mentre i produttori primari terrestri sono piante e sono l'asse portante del paesaggio. Un bloom annuale di fitoplancton sostiene il sistema mediterraneo e il gioco riparte da zero ogni anno, con la possibilità di resettaggio del sistema, mentre la lerceta, la macchia mediterranea, le foreste di abeti, se manomesse, stentano molto a rigenerarsi e sono anche molto vulnerabili all'azione dell'uomo. Un bloom "sbagliato", come quelli di dinoflagellati, può compromettere il funzionamento del sistema per una o più stagioni, ma le possibilità di recupero sono alte. Mentre una malattia che uccida, ad esempio, i lecci può portare alla scomparsa di una tipologia di habitat.

Anche il resto delle reti trofiche funziona in modo molto diverso in mare rispetto alla terraferma. Gli erbivori di solito non sono grandi e il primo passaggio di energia dai produttori primari ai produttori secondari è prevalentemente a carico di altri protisti o di piccoli metazoi come i copepodi o gli echinoidi. A terra, il corrispettivo dei crostacei è rappresentato dagli insetti, ma esistono anche molti erbivori di grande taglia. Grandissima parte delle reti trofiche marine è costituita da carnivori, di dimensioni che vanno dal microscopico (i protozoi) al gigantesco (le balene). I carnivori, a terra, sono ormai molto limitati e le reti trofiche sono cortissime. Il principale consumatore è l'uomo, o direttamente o attraverso le specie che alleva per nutrirsi (tutte invariabilmente erbivore).

Questa breve introduzione mostra come la gestione e la protezione dell'ambiente marino rispondano a regole e a necessità completamente differenti rispetto a quelle dell'ambiente terrestre. Terra e mare si influenzano reciprocamente in modo profondo, sono parte di un sistema interconnesso, ma hanno differenze strutturali e funzionali enormi. La biodiversità marina, ad esempio, è massima ad alti livelli tassonomici: solo un phylum, gli onicofori, ha rappresentanti esclusivamente terrestri ed esistono moltissimi phyla che vivono solo in mare. A terra, la diversità è massima a bassi livelli tassonomici: metà delle specie conosciute è compresa nella sola classe degli insetti, ed è esclusivamente terrestre. Ciò nonostante per la maggior parte del ventesimo secolo gli argomenti legati alla conservazione hanno riguardato soprattutto l'ambiente terrestre e, come già ampiamente illustrato da Relini (1999; 2000; 2002), la biodiversità marina ha ricevuto scarsa attenzione dalle convenzioni e dagli accordi internazionali rispetto invece a quanto è avvenuto per la controparte terrestre. All'interno dei 150 habitat definiti prioritari ai sensi della Direttiva Habitat, gli habitat marini meritevoli di protezione sono nove: Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina; Erbari (sic) di Posidonie; Estuari; Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea; Lagune; Grandi cale e baie poco profonde; Scogliere; Colonne marine causate da emissioni di gas in acque poco profonde; Grotte sommerse o semisommerse. Tra questi, gli estuari, le distese fangose e le lagune sono di tipo ecotonale. Gli habitat prioritari marini sono solamente due (praterie di *Posidonia* e lagune) e solo uno è tipicamente marino!

## Lo stato della biodiversità in Italia, a terra e in mare

In Italia, gran parte della biodiversità terrestre è ormai irrimediabilmente compromessa a livello di habitat mentre resistono ancora numerose specie carismatiche (es. i grossi vertebrati) che sono spesso nutrite artificialmente e accudite alla stregua di animali semidomestici e spesso sono state reintrodotte artificialmente a ripopolare aree da cui erano state eradiccate. I Parchi Nazionali sono spesso caratterizzati proprio dalla presenza di poche specie carismatiche come stambecco, orso, lupo, cervo, etc. e la loro funzione è essenzialmente di “fornire spazio” a specie percepite come “molto importanti”. Tale “spazio” rappresenta anche pregevoli unità paesaggistiche, e i Parchi Nazionali sono siti privilegiati per la fruizione delle bellezze naturali. Si tratta di isole più o meno incontaminate, circondate da un mare di alterazione ambientale.

La biodiversità marina, al contrario, continua ad essere in uno stato di alta naturalità tanto che, vale la pena ripeterlo, l'uomo può ancora sfruttare popolazioni naturali a scopi alimentari, cosa ormai impossibile a terra. La costituzione di un Santuario dei Cetacei in Mar Ligure (Notarbartolo di Sciarra *et al.*, 1992; Orsi Relini *et al.*, 1992; Orsi Relini, 2000) mostra come, nonostante la presenza dei principali porti e poli industriali dell'intero bacino proprio in Mar Ligure, il Mediterraneo abbia ancora sufficienti risorse da mantenere popolazioni stanziali di animali di enormi dimensioni come le balene (Orsi Relini e Giordano, 1992). Tale apparente invulnerabilità dell'ambiente marino ha ragioni oggettive (il diverso funzionamento degli ecosistemi marini rispetto a quelli terrestri) ma, ormai, la pressione antropica sta diventando insostenibile anche sul mare. Dopo secoli di percezione degli oceani come fonte inesauribile di risorse e accettori imperturbabili di rifiuti, negli ultimi decenni l'uomo si è accorto che l'ambiente marino non è immune dall'impatto delle sue attività. Non esistono prove di estinzione finale di specie marine dal Mediterraneo, ma è sempre più immediata la percezione di specie “in pericolo” o “minacciate”. Non sono comunque le specie ad essere le più vulnerabili all'azione umana (a parte i soliti cetacei, rettili e le specie target di pesca), ma bensì gli habitat (Relini, 1992; Bianchi e Morri, 1999). La distruzione o, comunque, l'alterazione degli habitat (un'altra espressione della biodiversità, oltre alle specie) è probabilmente la minaccia più grave alla biodiversità mediterranea, soprattutto nella fascia costiera. La scomparsa di tipologie di habitat, soprattutto se a distribuzione sporadica e già di per sé di ristrette dimensioni (come gli habitat di substrato duro), è spesso la premessa per portare all'estinzione, locale o finale, delle specie ad essi legate. Uno dei casi più estremi di distruzione di habitat è rappresentato dalla raccolta dei datteri di mare: il prelievo dei molluschi dalle rocce implica lo smantellamento del substrato con la totale eradicazione di ogni forma di vita. Tale impatto è molto intenso lungo buona parte delle coste rocciose d'Italia e di altre parti del Mediterraneo (Russo e Cicogna 1992; Fanelli *et al.*, 1994; Frascchetti *et al.*, 2001) e può produrre profonde alterazioni a livello ecosistemico (Guidetti e Boero, 2004; Guidetti *et al.*, 2003, 2004).

## Identificare le minacce

Se si vuol proteggere qualcosa, bisogna innanzitutto comprendere quali siano le minacce alla sua integrità. Solo con una appropriata quantificazione degli impatti potenziali, infatti, è possibile pianificare un'opportuna politica di gestione e protezione dell'ambiente impostando adeguati programmi di monitoraggio e di

mitigazione (Fraschetti *et al.*, 2002; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003; Terlizzi *et al.*, 2005).

Le minacce che l'uomo esercita possono essere di molti tipi, ascrivibili a due classi principali.

### **Impatti diretti**

Implicano un diretto rapporto di causa ed effetto tra l'attività antropica e il suo impatto. I più importanti sono:

- prelievo diretto di risorse attraverso la pesca, con impatto sulle specie bersaglio e sui loro ambienti (particolarmente gravi i danni arrecati ai fondali a causa dell'utilizzo di reti a strascico e draghe turbosoffianti o rastrelli utilizzati per la pesca dei molluschi).
- alterazioni del funzionamento ecosistemico nel caso in cui le specie bersaglio svolgano ruoli ecologici rilevanti.
- impatto su specie non commerciali raccolte assieme alle specie bersaglio (bycatch).
- distruzione di habitat con tecniche distruttive di estrazione di risorse geologiche.
- immissione di sostanze inquinanti attraverso attività civili (reti bianche).
- immissione di sostanze inquinanti attraverso attività industriali e agricole (esiste una gamma immensa di diverse tipologie di sostanze, dai metalli pesanti, ai veleni, ai semplici nutrienti, agli ormoni e agli antibiotici; sono in continuo aumento gli impatti dovuti agli impianti di maricoltura come l'apporto di ingenti quantità di nutrienti organici che possono fortemente influenzare la struttura dei popolamenti bentonici).
- distruzione di habitat attraverso uso intenso del territorio (costruzione di infrastrutture, città, difese a mare, ripascimenti di litorale, etc.).
- disturbo di specie e habitat particolari attraverso la semplice frequentazione di siti particolarmente fragili.
- introduzione (accidentale o attraverso l'acquacoltura) di specie alloctone ad alto impatto ambientale a causa degli intensi cicli riproduttivi e delle modalità di uso dello spazio e delle risorse trofiche.

### **Impatti indiretti**

Non implicano un diretto rapporto di causa ed effetto tra l'attività antropica e il suo impatto. Sono più difficili da identificare e contribuiscono a formare scenari di enorme complessità. Un esempio di impatto indiretto è legato alla gestione del litorale e indica come attività apparentemente lontane dal mare possano causare, a lungo termine, enormi stravolgimenti. I litorali sabbiosi, come quello dell'Adriatico centrale e settentrionale lungo il versante italiano, sono il risultato di apporti di sabbia derivanti dall'erosione delle zone interne. La sabbia viene portata al mare dai fiumi, nei quali dilava a causa delle piogge. Il mare, con le mareggiate, porta via la sabbia dal litorale e i fiumi la riportano. Con il progredire delle tecnologie, l'uomo ha iniziato ad estrarre sabbia dai letti dei fiumi per costruire abitazioni e, inoltre, ha sbarrato i corsi d'acqua per produrre energia idroelettrica e per formare bacini da utilizzare per l'irrigazione. Il mancato apporto di sabbia, e la costruzione di opere civili direttamente sulla linea di costa (es. ferrovia, strade,

case), hanno portato a fenomeni di erosione non bilanciati da apporti di nuova sabbia (CIESM, 2002). Le future spiagge sono andate a finire nelle nostre case! Attualmente tutto il litorale adriatico è un continuo susseguirsi di difese costiere a costituire la “lunga muraglia adriatica” con uno sconvolgimento paesaggistico ed ecologico imponente. Oltre all’apporto di sabbia dai fiumi, il ripascimento del litorale avviene anche grazie all’accumulo di enormi ammassi di gusci di conchiglie spiaggiate. Le spiagge adriatiche, fino a due decenni fa, vedevano l’accumulo di enormi ammassi di conchiglie di molluschi bivalvi verso la fine della stagione estiva. Tali ammassi presumibilmente venivano portati via dalle mareggiate che, quindi, esercitavano il loro impatto (sotto forma di rimozione) non sulla sabbia ma sui gusci dei molluschi. L’erosione era forse controbilanciata dall’apporto di conchiglie. La rarefazione dei molluschi bentonici, e l’utilizzo delle turbosoffianti, hanno causato una drastica diminuzione di materiali geologici di origine biologica, e quindi a rapido rinnovamento, forse contribuendo all’aumento dell’erosione. Oltre che nelle nostre case, le nostre future spiagge sono forse andate a finire anche negli spaghetti con le vongole!

Ogni tratto di costa dovrebbe essere studiato attentamente in modo da identificare tutte le possibili fonti di impatto diretto e indiretto e, anche, i siti più vulnerabili a tali impatti. Tali studi implicano una notevole conoscenza del territorio, sia per quanto riguarda gli aspetti ecologico-naturalistici (i recettori degli impatti) sia per quanto riguarda la socio-economia (le sorgenti degli impatti).

### Le Aree Marine Protette

L’istituzione di Aree Marine Protette (AMP) non può, ovviamente, difendere il territorio da tutta la gamma di impatti delineata sopra. Un’AMP può facilmente prevenire un uso intenso e diretto del territorio, in termini di frequentazione e estrazione di risorse, ma non può certamente fermare una marea di idrocarburi, la diffusione di pesticidi o l’arrivo di una specie esotica (Allison *et al.*, 2003; Terlizzi *et al.*, 2004).

In molti paesi, primi tra tutti gli Stati Uniti, le AMP sono state istituite per permettere un rinnovamento delle risorse intensamente sfruttate dall’uomo (Agardy, 1997; Palumbi, 2001). Le AMP, in altre parole, sono spesso aree dove le popolazioni di specie di interesse commerciale possono ricostituirsi indisturbate e poi disperdersi in aree non protette, dove i pescatori potranno effettuare i loro prelievi. Perché una simile strategia abbia un qualche effetto, comunque, è necessario che l’area protetta sia di dimensioni adeguate rispetto alle aree da ripopolare e che esista una rete diffusa di AMP, a formare un sistema di ripopolamento che tenga conto anche delle dinamiche di dispersione larvale. È stato calcolato ad esempio che, per essere efficace ai fini di un reciproco rifornimento di propaguli, una rete di AMP dovrebbe essere costituita da un *network* di aree che abbiano ciascuna dimensioni di circa 4-6 km di diametro e che siano a circa 20 km di distanza l’una dall’altra (Shanks *et al.*, 2003). Ovviamente questi dati si applicano bene a realtà come quella delle coste americane del Pacifico di gran lunga meno antropizzate rispetto alle coste italiane.

Nel nostro paese, apparentemente, le AMP sono sorte con la stessa logica dei Parchi Nazionali terrestri. I parchi terrestri, infatti, non sono stati istituiti per permettere la ricostituzione di popolazioni di interesse venatorio che potessero poi rifornire gli ambienti limitrofi per una maggiore redditività della caccia. I

Parchi Nazionali difendono la peculiarità di evidenti emergenze naturalistiche, in termini di particolari paesaggi o di particolari specie. In tutto il mondo, i Parchi Nazionali sono istituiti con questa finalità: la conservazione di emergenze naturalistiche.

La differenza tra le due finalità è della massima importanza. Da una parte esiste la necessità di aumentare i prodotti della pesca, rigenerando popolazioni stremate dal prelievo, dall'altra si fa fronte alla necessità di conservazione di emergenze naturalistiche e il prodotto che se ne potrebbe ricavare è quantificabile in termini di bellezza paesaggistica da sfruttare a fini turistici e di educazione ambientale.

Nei decreti istitutivi delle AMP italiane sono enunciate entrambe le finalità, anche se appare quantomeno difficile riuscire a conciliare questi due aspetti della gestione e della protezione dell'ambiente marino.

### **Dove sono le AMP italiane?**

La prima AMP italiana è stata istituita a Miramare, nei pressi di Trieste. Si tratta, in questo caso, di un'area di dimensioni molto ridotte, la quale è servita a dimostrare per la prima volta che la protezione del mare, in Italia, è possibile, ed in cui gli effetti della protezione sono risultati comunque particolarmente evidenti anche grazie ad una adeguata azione di sorveglianza (Ciriaco *et al.*, 1998; Guidetti *et al.*, 2005). Dopo Miramare, la prima vera AMP italiana è l'isola di Ustica, diventata il simbolo nazionale del mare protetto. La legge 979 per la difesa del mare, e tutte le norme che l'hanno seguita, ha istituito un certo numero di AMP con diverse tipologie generali:

- coste alte caratterizzate da falesie rocciose (Portofino, Cinque Terre, Penisola Sorrentina)
- isole (molte AMP sarde, siciliane, toscane, le Pontine, le Tremiti)
- coste rocciose basse (le AMP calabresi, pugliesi e sarde)
- secche (le secche di Tor Paterno)

In tutti i casi le AMP (anche quelle di prossima istituzione e di reperimento) sono state ubicate in corrispondenza di coste rocciose (Fig. 1), in siti in cui, a parte le secche, la bellezza paesaggistica della fascia costiera è percepibile senza neppure conoscere la biodiversità marina. Le coste rocciose sono distribuite in modo discontinuo lungo le coste italiane dove, con l'eccezione della Liguria e di buona parte di Puglia e Sardegna, predominano lunghi tratti di costa bassa e sabbiosa con rade isole di roccia. A nord del Gargano, inoltre, la costa adriatica è quasi completamente sabbiosa e, con l'eccezione di Miramare, non ha visto l'istituzione di alcuna AMP.

Le caratteristiche dei siti di ubicazione delle AMP italiane indicano che le scelte sono state effettuate in base alla presenza di emergenze naturalistiche già evidenti da terra e che la "bellezza" del paesaggio è stata il primo motivo per l'istituzione.

### **Un Pioniere**

Pietro Parenzan, negli anni Settanta-Ottanta, proclamò più volte la necessità di istituire un "parco marino" (così si chiamavano allora quelle che poi sarebbero state chiamate Aree Marine Protette) a Porto Cesareo. Dopo aver esplorato



con migliaia di dragaggi i fondali dell'intera Puglia (Parenzan, 1983), Parenzan affermò che a Porto Cesareo coesisteva, in uno spazio ristretto, un elevatissimo numero di biocenosi e che alcune di esse erano presenti esclusivamente sui fondali di Porto Cesareo. Parenzan aveva identificato i due principi base delle caratteristiche che dovrebbe avere un'AMP: rappresentatività e unicità.

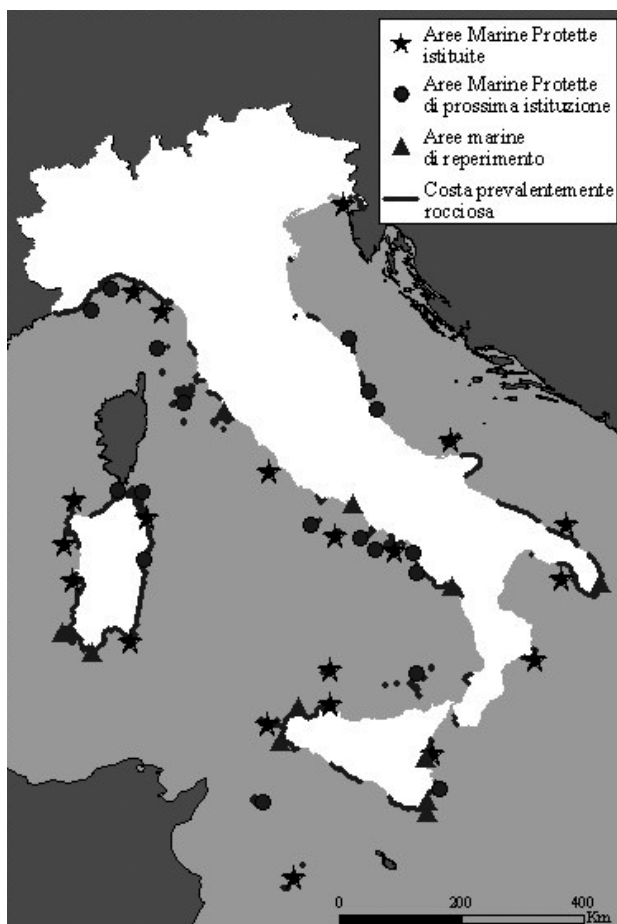


Fig. 1 - Mappa delle Aree Marine Protette italiane istituite e di prossima istituzione. La linea ispessita mostra i tratti di costa prevalentemente rocciosi.

*Map of the existing Italian Marine Protected Areas and of those that are going to be established. Thick lines indicate coastlines that are mostly rocky.*

I principi identificati da Parenzan, magari non generalizzati con terminologie apposite, restano validi ancora oggi se la finalità delle AMP vuole essere la difesa di emergenze naturalistiche. Tali principi sono poi estremamente utili nel disegno delle AMP, con l'identificazione di zone a massima protezione (le zone A), zone a media protezione (le zone B) e zone a protezione generica (le zone C). È evidente,

infatti, che la zona A, ad esempio, dovrebbe contenere le tipologie ambientali a massima unicità e, nei limiti del possibile, dovrebbe anche contenere una buona rappresentanza degli habitat presenti nell'area protetta.

I principi di rappresentatività e unicità mostrano come le AMP debbano rispondere a particolari requisiti e che esistano regole generali che andrebbero rispettate per arrivare a disegnare in modo efficace una AMP, dalla scelta del sito alla zonizzazione.

### **L'ecologia al servizio delle AMP**

L'ecologia è ancora una scienza immatura, alla ricerca di una struttura teorica unica che la identifichi come autonoma, ad esempio, dalla termodinamica o dalla chimica (Boero *et al.*, 2004). Le scienze dell'ambiente, in altre parole, dovrebbero fornire "leggi" da applicare ai vari casi pratici, in modo da effettuare scelte fondate sulla conoscenza scientifica formalizzata teoricamente. I legislatori, però, promulgano leggi sull'ambiente spesso fondate esclusivamente su caratteristiche chimiche o microbiologiche, mentre quando entra in gioco la biodiversità le cose diventano sfumate e imprecise. Il che è forse inevitabile, visto il livello di complessità incommensurabilmente superiore dell'ecologia rispetto alla fisica e alla chimica (o alla conta dei colibatteri). La legislazione ambientale è fondata sulle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche dell'ambiente perché a livelli superiori di complessità non è ancora possibile fornire indicazioni precise e univoche. Recentemente sono stati introdotti criteri di integrità di habitat e popolamenti per valutare lo stato dall'ambiente ma, come vedremo, tali criteri sono molto discutibili e vaghi.

Nonostante l'alto livello di indeterminazione, comunque, l'ecologia ha molto da offrire ad una gestione e conservazione dei beni ambientali. Alcune teorie ecologiche che ben si prestano ad essere applicate al disegno e alla gestione delle AMP sono:

- Teoria della biogeografia delle isole

Una delle teorie più importanti dell'ecologia moderna, è stata formulata per i biota terrestri che abitano le isole; essa identifica una relazione diretta tra ricchezza specifica e superficie dell'isola e una relazione inversa tra ricchezza specifica e distanza dell'isola dalla terraferma. In altre parole, la biodiversità è tanto maggiore quanto maggiore è la superficie dell'isola e, a parità di estensione dell'isola, tanto minore quanto maggiore è la distanza dell'isola dalla terraferma. Il numero di specie che possono coesistere su una data superficie è limitato, una sorta di capacità portante della biodiversità. Questa teoria dovrebbe servire per identificare l'area ottimale della superficie da proteggere e la distanza che dovrebbero avere tra loro le superfici protette (MacArthur e Wilson, 1963).

- Teoria del *source and sink*

Non tutti i siti sono uguali in termini di produzione di propaguli. Esistono siti in cui le popolazioni sono abbastanza abbondanti da esportare propaguli (siti *source*) e siti in cui le popolazioni non sono autosufficienti (siti *sink*), il che significa che esse, per mantenersi, devono importare propaguli da siti *source*. Questa teoria dovrebbe portare all'identificazione dei siti *source* e alla loro conseguente protezione: è inutile proteggere un sito *sink* se non si protegge il sito *source* da cui dipende (Pulliam, 1988).

- Teoria del *supply side*

Gli individui che vivono in un certo sito prima o poi muoiono e devono essere rimpiazzati da nuovi individui. Perché una popolazione possa persistere, quindi, deve avere a disposizione un rifornimento (*supply*) adeguato di propaguli. Il necton e il bentos hanno spesso stadi larvali planctonici e, inquadrati nella dinamica dei cicli biologici, le suddivisioni dei biota marini in plancton, bentos e necton hanno poco senso ecologico. Questa teoria ci dice che non esistono siti completamente autonomi e che è necessario collegare tra loro le aree protette, anche se sono siti *source*. Lo stesso sito, infatti, potrebbe essere sito *source* per siti limitrofi (magari a valle della corrente principale) ma essere un sito *sink* che dipende da altri siti *source* (magari a monte delle correnti principali) (Roughgarden *et al.*, 1988; Roberts, 1998).

- Teoria delle specie *keystone*

Esistono specie che hanno un effetto sul funzionamento delle comunità che risulta sproporzionato rispetto all'abbondanza dei loro rappresentanti (Paine, 1966). Un predatore, in altre parole, può evitare che una specie arrivi a monopolizzare la biodiversità, rimuovendo i suoi individui e lasciando spazio allo sviluppo di altre specie. Questa teoria ci dice che dobbiamo capire i ruoli delle specie e che, a volte, specie apparentemente insignificanti possono giocare ruoli ecologici determinanti. In altre parole, oltre alle specie carismatiche dobbiamo anche difendere le specie ad alta valenza ambientale, come le *keystone* (Piraino *et al.*, 2002).

- Teoria del disturbo intermedio

In situazioni di disturbo alto tendono ad affermarsi comunità a bassa diversità, caratterizzate da specie a strategia *r*; in situazioni a disturbo basso tendono ad affermarsi comunità a bassa diversità, caratterizzate da specie a strategia *K*; in situazioni di disturbo intermedio tendono ad affermarsi comunità ad alta diversità in cui coesistono specie *r* e specie *K*. Questa teoria ci dice che la conservazione della biodiversità non implica l'eliminazione di ogni fonte di disturbo e che, anzi, l'assenza di disturbo può influenzare negativamente il livello di ricchezza specifica di un'area (Connell, 1978).

- Teoria delle successioni ecologiche

In ogni tipo di situazione ambientale esiste una comunità ottimale, in equilibrio con il clima: il climax. Il raggiungimento del climax avviene attraverso successioni ecologiche in cui si passa dal dominio delle specie *r* al dominio delle specie *K*, con una più o meno lunga serie di stadi pre-climax, le sere. A questo modello di sviluppo di biocenosi, detto di facilitazione, si oppongono altri due modelli alternativi: il modello di inibizione e il modello di tolleranza. Questa teoria, con il modello di facilitazione, prevede come dovrebbero essere le comunità in ogni regime climatico e ci permette di verificare lo stato ambientale sulla base dell'espressione delle varie sere (Connell e Slatyer, 1977).

- Teoria *r/K*

Esistono specie a strategia *r*, pioniere, opportuniste, a vita breve e ad alta natalità e specie a strategia *K*, a vita lunga, bassa natalità e bassa mortalità. Si tratta degli estremi di un continuum di tipologie cui attribuire le varie specie. Tali tipologie si utilizzano per identificare situazioni delineate in altre teorie (disturbo intermedio, successioni ecologiche, etc.). Questa teoria ci dice il "valore" di una specie in termini di rinnovabilità e unicità: le specie *K* sono molto resistenti e

poco resilienti, mentre le specie *r* sono molto resilienti e poco resistenti (Pianka, 1970).

- Teoria della nicchia

Ogni specie è caratterizzata da una serie di requisiti che formano le sue coordinate ecologiche. Un corollario della teoria della nicchia è il **principio di esclusione per competizione** che prevede come sia impossibile la coesistenza di specie che abbiano sovrapposizioni di nicchia per fattori limitanti. Un corollario del principio di esclusione per competizione è lo **spostamento dei caratteri**, in cui avviene che specie con nicchia sovrapposta in allopatria si diversifichino morfologicamente (ed ecologicamente) in situazioni di simpatria. Questa teoria ci permette di identificare le condizioni di esistenza e coesistenza delle specie, in modo da valutare anche la possibilità di possibili reintroduzioni (Hutchinson, 1987).

### Sinonimie e contraddizioni

L'ecologia ha molti altri principi (vedi Kingsland, 1995) oltre a quelli enunciati in questa breve rassegna, ma già questi si prestano ad una serie di considerazioni che dimostrano quanta strada sia ancora da compiere per dare coerenza interna a questa scienza. Alcune teorie sono evidentemente identiche in tutto o in parte, anche se sono state formulate come originali. La teoria della biogeografia delle isole, ad esempio, contiene già la teoria del *source* e *sink*, in quanto i continenti sono i siti *source* e le isole sono i siti *sink*. Lo stesso vale per la teoria del *supply side*: la distanza dell'isola dal continente ci dice che i biota dell'isola dipendono dal rifornimento (*supply*) di propaguli dal continente.

Il predatore *keystone*, inoltre, altro non è che un caso particolare di disturbo intermedio, in quanto, in entrambi i casi, la diversità viene tenuta alta dalla rimozione da parte di un predatore-disturbo delle specie potenzialmente monopolizzanti.

L'identificazione di sinonimie nei principi dell'ecologia può portare alla semplificazione del *corpus* teorico della disciplina, conferendole maggiore compattezza e semplicità (non si può enunciare un principio per ogni caso particolare).

Un problema di più difficile soluzione, invece, risiede nelle contraddizioni tra diverse teorie ecologiche. La teoria delle successioni ecologiche secondo il modello di facilitazione, con annesso climax, implica un finalismo nello sviluppo di biocenosi e prevede il dominio di specie *K* come stadio ottimale delle comunità. Questo contrasta con la teoria del disturbo intermedio che, invece, vede nella dominanza delle specie *K* (dovuta ad assenza di disturbo) una depressione della biodiversità, come se il climax fosse uno stato negativo, almeno per l'espressione della biodiversità. È evidente che, se chiamati ad esprimersi sullo stato di un ambiente, i propugnatori del climax e dell'equilibrio daranno pareri molto discordanti rispetto ai propugnatori del disturbo intermedio e del disequilibrio.

L'ecologia si è sviluppata studiando gli ambienti terrestri temperato-freddi, dove le comunità dominanti sono spesso foreste mono o paucispecifiche. È evidente che una foresta di sequoie o di betulle ben si adatta alla teoria delle successioni con annesso climax, se non altro perché la teoria è stata suggerita proprio da queste tipologie ambientali. La teoria del disturbo intermedio è stata suggerita dalle foreste tropicali e dalle formazioni coralline, caratterizzate da altissima biodiversità e dall'assenza di specie monopolizzatrici. Le due teorie non si elidono a

vicenda, semplicemente si applicano a diverse realtà biogeografiche e non hanno valenza universale. Lo stesso vale per i tre modelli di sviluppo di biocenosi: se una biocenosi si sviluppa secondo quanto previsto dal modello per facilitazione, gli altri due modelli, inibizione e tolleranza, sono falsificati, e lo stesso dicasi per il modello di facilitazione quando le biocenosi si sviluppano per inibizione o per tolleranza. In effetti, non sono i modelli ad essere falsificati, ma viene falsificata la loro universalità. Le biocenosi si possono sviluppare secondo tre modelli (ma probabilmente ce ne sono altri) ed è solo a posteriori che si vede quale è entrato in gioco. Una data comunità, inoltre, può anche svilupparsi secondo una mescolanza dei tre modelli, con un numero praticamente infinito di combinazioni.

La situazione italiana si trova a cavallo tra condizioni temperate e tropicali ed entrambe le teorie (equilibrio o disequilibrio) possono trovare applicazione. Esse, comunque, non hanno valore predittivo (soprattutto in tempi di cambiamento climatico) ma ci permettono di vedere, a posteriori, quale delle due spieghi meglio ciò che viene osservato, proprio come avviene per i modelli di sviluppo di biocenosi.

Appare chiaro, purtroppo, che siano ancora immaturi i tempi per fornire ricette infallibili di gestione e conservazione dell'ambiente basate su solide teorie scientifiche.

### La teoria del caos

È comunque altrettanto chiaro che tali ricette semplicemente non esistono, come dimostrato dalla **teoria del caos**. Nei **sistemi lineari** esiste una diretta proporzionalità tra le cause e gli effetti: una causa grande avrà un effetto grande, e una causa piccola avrà un effetto piccolo. Basta cercare le cause grandi per capire il funzionamento del sistema, mentre i dettagli (le cause piccole) sono ininfluenti. Nei **sistemi non lineari** (caotici) non esiste proporzionalità tra causa ed effetto: piccole cause possono avere effetti enormi (il battito delle ali di una farfalla a Rio de Janeiro causa una tempesta a New York) e grandi cause possono avere effetti trascurabili (tanto rumore per nulla!). Un corollario della teoria del caos è il famoso **problema dei tre corpi** di Poincaré: dati tre corpi che interagiscono, la dinamica che essi assumeranno nel medio termine è intrinsecamente imprevedibile. Non a caso le equazioni di Lotka e Volterra funzionano con due specie! E non a caso, in ecologia, il riduzionismo (guardiamo tutte le variabili a due a due, lasciando invariate le altre, e poi mettiamo tutto assieme) non funziona a causa delle proprietà emergenti (il tutto non è la semplice somma delle parti) (vedi anche Bianchi *et al.*, 1998).

Questa brevissima e incompleta rassegna dei “principi” dell'ecologia indica come sia maturo il tempo per formulare un *corpus* teorico autonomo che metta l'ecologia allo stesso livello di altre scienze, rivendicando però un alto grado di indeterminazione legato alla non linearità dei sistemi che studia. In altre parole: se qualcuno effettua predizioni ecologiche precise vi sta prendendo in giro, ma è comunque possibile delineare scenari che permettano una razionale gestione e protezione dell'ambiente.

### Aree Marine Protette e isole

Nonostante le sinonimie, le contraddizioni e le intrinseche imprevedibilità del-

l'ecologia, questa disciplina ci dice qualcosa riguardo a come impostare un'AMP. La teoria della biogeografia delle isole, con i corollari del *source and sink* e del *supply side*, ad esempio, ci dice che le isole sono siti *sink* e che il continente è un sito *source* e, ovviamente, ci suggerisce che fare un'area protetta in un sito *sink* non ha molto senso, in quanto il rifornimento di propaguli per la sua persistenza dovrebbe avvenire da aree *source* non protette. Sul lungo termine, quindi, un sito *sink* protetto dovrebbe comunque degenerare, a meno che i siti *source* non protetti non siano molto vulnerabili e che possano persistere anche senza protezione. Il fatto che gran parte delle AMP italiane sia stato fatto sulle isole è estremamente significativo! La presenza di substrati duri come caratteristica generale delle AMP italiane, comunque, in parte giustifica la scelta delle isole. In effetti, come già rimarcato prima, i substrati duri hanno una distribuzione discontinua lungo le nostre coste e possono, tutti, essere considerati come isole separate da discontinuità rappresentate dai fondi molli, siano essi sommersi o costieri. L'Argentario o il Circeo, infatti, sono tanto isole quanto lo sono l'Isola del Giglio o l'Isola di Ponza. Le isole, in Tirreno, potrebbero addirittura essere i siti di continuità spaziale che permettono la diffusione dei propaguli delle specie di substrato duro e, quindi, in questo caso particolare, la scelta potrebbe anche essere stata ecologicamente saggia (per puro caso).

### Storia naturale, ecologia sperimentale e AMP

La storia naturale è la prima espressione dell'ecologia: essa descrive situazioni che implicano la presenza di specie in particolari tipologie di habitat e le loro interazioni. La biologia delle specie definisce le loro condizioni di sopravvivenza (le loro nicchie ecologiche), le interazioni tra le specie (competizione, predazione, mutualismo) contribuiscono a delineare scenari di grande complessità. *L'Origine delle Specie* di Charles Darwin è il primo libro moderno di ecologia e si basa in gran parte su osservazioni di storia naturale. Darwin, ad esempio, delinea in modo mirabile le cascate trofiche, descrivendo complesse interazioni tra specie. Si potrebbe dire che la storia naturale generi ipotesi, descrivendo scenari che devono poi essere sottoposti a verifica sperimentale.

L'ecologia sperimentale tenta di comprendere la complessità dei sistemi ecologici tramite l'utilizzo di procedure logiche e metodologiche adeguate (Underwood, 1997). Identificare relazioni causa-effetto tra interventi antropici (o la loro esclusione) e variabili biologiche necessita di disegni di campionamento opportunamente replicati nello spazio e nel tempo (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003). Un'AMP è, a tutti gli effetti, un esperimento a larga scala di esclusione di alcune forme di impatto. Prendiamo una porzione di ambiente, proteggiamola dalle tipologie di impatto evitabili (frequentazione, prelievo, etc.) e confrontiamo i popolamenti con i popolamenti di tratti di costa con caratteristiche simili ma non trattati (cioè non protetti). Se si identificano differenze tra tratti di costa trattati e tratti di costa non trattati, può significare che la protezione ha avuto un effetto, mentre se non si identificano differenze, allora la protezione probabilmente non ha avuto effetto (vedi anche Boero *et al.*, 1999; CIESM, 1999; Guidetti, 2002; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003 a; b). E' da sottolineare comunque che la mancanza di dati antecedenti l'istituzione (scenario assai frequente sia in area mediterranea sia extra-mediterranea) può fortemente limitare la possibilità di interpretare i risultati ottenuti.

Questi semplici principi implicano una procedura ben precisa nel disegnare le



AMP e nel verificarne poi gli effetti e sottolineano come l'ecologia sperimentale e la logica normalmente utilizzata negli studi di impatto possano contribuire a quantificare gli effetti dell'esclusione di alcune attività antropiche:

1. identificazione di un tratto di costa cui si vuole conferire massima protezione in base a particolari requisiti ambientali opportunamente esplicitati (es. zona A)
2. formulazione di una normativa che elimini tutti gli impatti diretti significativi (anch'essi opportunamente esplicitati)
3. identificazione degli obiettivi da conseguire in seguito a protezione, ad esempio: aumento degli stock ittici, conservazione di particolari habitat, conservazione di particolari specie, etc.
4. identificazione di tratti di costa di controllo, non sottoposti a protezione, ma con caratteristiche del tutto simili alla zona A. Sarebbe auspicabile che l'istituzione di una AMP prevedesse anche una serie di date di campionamento precedenti l'istituzione dell'AMP stessa, dentro e fuori l'area protetta.
5. implementazione della protezione per un periodo ritenuto significativo
6. confronto tra tratti di costa protetti e i controlli per quantificare gli effetti della protezione attraverso il raggiungimento degli obiettivi proposti.

Tale procedura richiede la formale esplicitazione della strategia di protezione e permette di quantificarne gli effetti. La teoria, purtroppo, spesso si scontra con le asperità della pratica o, più semplicemente, con le proprie contraddizioni interne. Se il tratto di costa da proteggere, ad esempio, ha caratteristiche di unicità (un requisito molto importante ai fini della scelta di un'area protetta), sarà ben difficile trovare controlli adeguati e, quindi, con difficoltà saremo in grado di quantificare gli effetti della protezione e, in presenza di differenze, se queste sono dovute alla protezione o ad altre cause. Questo, ad esempio, è quanto emerge dalle analisi condotte alle Isole Tremiti, dove le differenze significative osservate tra aree protette e aree di controllo nella struttura dei popolamenti bentonici e in alcune singole variabili sono ascrivibili a differenze nell'*habitat*, non alla protezione.

L'istituzione di un'AMP, inoltre, non implica che la protezione sia effettivamente in atto, per cui la mancanza di differenze fra tratti di costa protetti e non protetti potrebbe essere legata unicamente ad inefficacia dell'azione di protezione! Ancora, effetti indiretti di grande complessità e non previsti al momento dell'istituzione, potrebbero avere un impatto sull'area protetta anche se la protezione da impatti diretti è efficace.

Nonostante gli inevitabili limiti imposti dalla sperimentazione in ecologia, è evidente che ottemperare ai requisiti logici di replicazione spaziale e temporale permette una formalizzazione rigorosa delle ipotesi. Una attenzione sistematica alle procedure logiche, metodologiche ed analitiche impiegate non lascia spazio ad enunciati vaghi e imprecisi che hanno l'inevitabile conseguenza di non consentire di quantificare gli effetti delle azioni intraprese.

## Il Progetto Afrodite

Le AMP italiane, lo abbiamo visto, sono state istituite in corrispondenza di emergenze naturalistiche. Se si guardano i decreti istitutivi, inoltre, non è chiaro quali siano stati i principi che hanno portato alla zonizzazione delle AMP e, come accade spesso anche altrove, non esistono enunciazioni precise di finalità (Francour *et al.*, 2001; Roff e Evans, 2002; Villa *et al.*, 2002). Praticamente sono previsti tutti i possibili effetti positivi che in teoria potrebbero derivare da un'AMP e,



inoltre, sono proibite o ammesse attività senza che sia ben chiaro quale potrebbe essere il loro impatto (ad esempio non è chiaro quale sia l'impatto della balneazione, vietata nelle zone A e perché, nelle zone C venga consentita la pesca sportiva con la lenza e vietata la pesca in apnea).

Con il Progetto Afrodite (Cattaneo-Vietti, 2003; Greco *et al.*, 2004) il Ministero dell'Ambiente, attraverso l'Istituto Centrale di Ricerche Applicate al Mare (ICRAM) che lo ha affidato al Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare (CoNISMa), ha iniziato a monitorare l'efficacia della rete di AMP italiane. Si tratta di un progetto a larga scala che ha previsto la mappatura delle zone A e l'identificazione di protocolli comuni per la quantificazione dell'efficacia di protezione attraverso il confronto dei popolamenti bentonici e ittici delle zone a massima protezione (le zone A) con quella di tratti di costa di controllo in sedici AMP italiane.

La prima considerazione da fare è che se il progetto prevedeva la mappatura delle biocenosi bentoniche delle zone A, allora i decreti legislativi per l'istituzione delle AMP sono stati fatti, a parte alcuni sporadici casi (es. Navone *et al.*, 1992 per l'Area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo), senza conoscere in dettaglio la distribuzione della biodiversità, malgrado ne sia stata sottolineata più volte l'importanza per una corretta pianificazione delle aree da proteggere (es. AAVV, 1985; Cossu *et al.*, 1990; Price e Humphrey, 1993; Zoppi, 1993; Chemello e Russo, 2001). In alcuni casi si è visto che i principi di rappresentatività e unicità non sono stati rispettati nelle zone A. Zone che ospitano siti di interesse comunitario (SIC) sono magari nella zona C e, invece, la zona A ospita comunità che si potrebbero definire banali (Fraschetti *et al.*, 2005; Fig. 2). Quasi invariabilmente, le zone A sono state poste in aree in diretta corrispondenza con la costa e a profondità relativamente basse. In genere, vengono sottoposte a massima protezione popolamenti algali caratterizzati da taxa molto comuni. La conseguenza è che nella maggior parte delle AMP, i risultati suggeriscono che la protezione non ha avuto grandi effetti su tali comunità bentoniche (Ceccherelli *et al.*, 2005; Fraschetti *et al.*, 2005), anche perché probabilmente non sono sensibili agli impatti che potrebbero aver subito in corrispondenza dei controlli. Nel caso specifico di tre delle quattro AMP da noi studiate (Porto Cesareo, Isole Tremiti e Miramare) i risultati evidenziano una sostanziale mancanza di differenze nella struttura dei popolamenti fra aree protette e non protette, mentre a Torre Guaceto le differenze nelle caratteristiche del benthos sono notevoli. In alcuni casi la causa principale è una gestione inefficace. Nei casi di gestione attenta, vi sono alcune evidenze di potenziali effetti indiretti su alcuni gruppi algali, che richiederanno studi di efficacia *ad hoc* che prevedano una ampia sperimentazione (Guidetti, 2004). Alle Isole Tremiti, le differenze significative osservate sono probabilmente causate, come prima riferito, a differenze legate all'habitat, determinate anche da una condizione di forte isolamento della zona a protezione totale (l'Isola di Pianosa), verosimilmente indipendenti dalla protezione.

Un discorso a parte meritano le popolazioni ittiche. In tutte le zone A in cui si sia esercitata una seppur minima azione di vigilanza si assiste ad un incremento significativo nel numero e nella taglia delle specie target per la pesca rispetto a tratti di costa di controllo. Ovviamente sono le specie stanziali ad essere maggiormente influenzate. La presenza di importanti popolazioni di specie ittiche, inoltre, può provocare effetti a cascata sulle biocenosi bentoniche. Alcuni pesci, infatti, predano i ricci facendone diminuire drasticamente la numerosità. I ricci,

di solito, esercitano una forte attività di depressione delle popolazioni algali con la loro attività di brucatura: rimuovendo i ricci, i pesci diminuiscono la pressione esercitata dai brucatori e, di conseguenza, provocano un incremento delle popolazioni algali, con quello che viene chiamato un effetto a cascata (Sala *et al.*, 1998; Shears e Babcock, 2002). Un'effetto del genere è stato osservato presso l'AMP di Torre Guaceto (Guidetti, 2004).

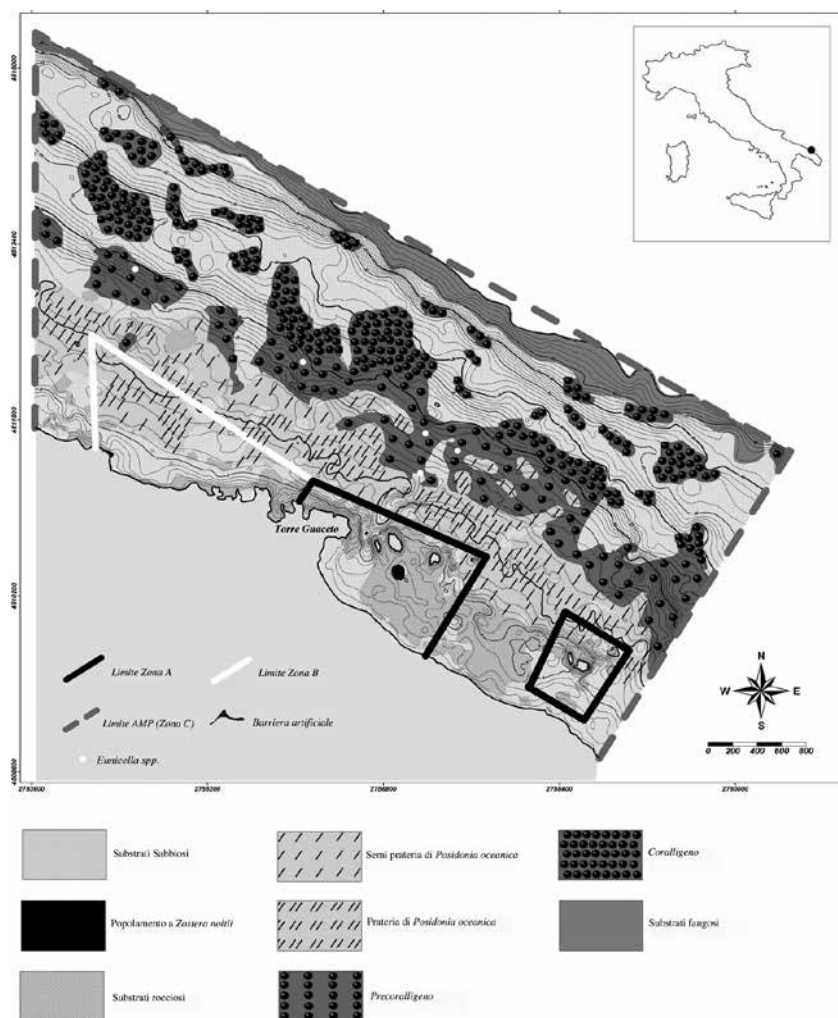


Fig. 2 - Distribuzione degli habitat nelle tre zone dell'Area Marina Protetta di Torre Guaceto. I punti bianchi indicano dense aggregazioni di gorgonie del genere *Eunicella* (da Fraschetti *et al.*, 2005).

*Distribution of habitats in the three zones of the Torre Guaceto Marine Protected Area. White dots indicate the dense assemblages of the sea fans of the genus Eunicella (after Fraschetti et al., 2005).*

I motivi che portano all'incremento delle popolazioni di pesci possono essere molteplici e saranno oggetto di future ricerche. Gli scenari possibili sono:

- I pesci sono migrati all'interno delle zone A dalle zone limitrofe e si è verificato un semplice fenomeno di concentrazione
- I pesci si sono prodotti a partire da fenomeni riproduttivi avvenuti all'interno della zona A e traboccano poi all'esterno, arricchendo le zone limitrofe

Nel primo caso la zona A sarebbe un sito *sink*, nel secondo sarebbe un sito *source*. La differenza, comunque, potrebbe anche non essere così netta. È presumibile, infatti, che l'assenza di disturbo antropico, in particolare la pesca, attiri i pesci nella zona A, con un fenomeno di concentrazione. Le popolazioni formatesi artificiosamente, invece di arricchire le zone limitrofe le avrebbero, quindi, impoverite. Questo primo passo nella costituzione delle popolazioni di pesci potrebbe poi essere seguito da eventi riproduttivi che potrebbero portare all'arricchimento delle zone limitrofe attraverso il traboccamento del *surplus* di esemplari (Russ e Alcalá, 1996; Russ, 2002).

Questo scenario mostra come, durante la sua storia, un sistema possa attraversare diverse fasi e come le varie teorie ecologiche non siano mutualmente esclusive.

Ovviamente l'ecologia sperimentale non permette di ricostruire la storia ma, almeno, ci può dire quali siano i meccanismi che operano nel momento in cui avviene la sperimentazione e nel periodo immediatamente precedente.

Il Progetto Afrodite mostra come la rete di AMP italiane sia stata un'occasione unica per verificare l'efficacia della protezione e per monitorare la biodiversità marina su scala di bacino, in modo da distinguere eventi di cambiamento legati a situazioni locali (riscontrabili solo in alcune AMP) da eventi di cambiamento di livello globale (riscontrabili in tutte le AMP). La standardizzazione dei protocolli di campionamento e la verifica dell'efficacia di protezione con disegni comuni sono stati il primo passo per dare la possibilità di giungere ad una gestione dell'ambiente che non sia estemporanea ma che sia basata su solidi principi dell'ecologia quantitativa. Tuttavia, le indicazioni generali che emergono dal progetto sono che i futuri programmi di monitoraggio dovranno essere necessariamente a larga scala e a lungo termine ma dovranno tuttavia riflettere obiettivi, intensità di disturbo antropico e condizioni ecologiche locali.

### **Altre esperienze in Mediterraneo, incluso il mare profondo**

Le AMP di altri paesi mediterranei come Francia e Spagna sono state istituite essenzialmente per gli stessi motivi che hanno spinto ad istituire le AMP italiane. L'AMP di Port Cros, in Francia, ad esempio, ospita una prateria di posidonia che arriva sin quasi alla linea di costa, formando una barriera affiorante. Si tratta di una rarità ecologica che si riscontra ormai in pochissimi siti. L'AMP delle Islas Medas, in Spagna, è caratterizzata da falesie rocciose strapiombanti, ricche di grotte, in cui si è instaurata una ricchissima fauna ittica, compresi grandi esemplari di cernia bruna. Altre AMP, soprattutto nel Mar Egeo, sono state istituite per salvaguardare i siti di deposizione delle tartarughe marine, o le grotte con spiaggia in cui si rifugiano le foche monache. In questo secondo caso la protezione è mirata alla conservazione di specie carismatiche, salvaguardandone le aree di deposizione delle uova o di cura della prole.

Un discorso a parte merita il Santuario dei Cetacei in Mar Ligure, con il coinvolgimento di Francia, Italia e Principato di Monaco. Si tratta di un'area protetta

di tipo oceanico, con vastissima estensione e concordata tra diversi stati, anche al di fuori delle acque territoriali. La prima finalità è la conservazione di importanti popolazioni di cetacei a carattere stanziale (Notarbartolo di Sciarra *et al.*, 1992; Orsi Relini *et al.*, 1992; Orsi Relini, 2000). Si tratta di un'occasione unica per studiare i mammiferi marini e, anche, il funzionamento dei sistemi ecologici che permettono la loro sopravvivenza. Questa zona, infatti, è caratterizzata da una particolare situazione idrodinamica (Sournia *et al.*, 1990) che influenza complessi processi di trasporto verticale ("formazioni di acqua profonda") e quindi di arricchimento di nutrienti e di fito e zooplankton (Boucher *et al.*, 1987; Orsi Relini *et al.*, 1992) ed anche di micronecton quale l'eufausiaceo *Meganichthyphanes norvegica*, il krill di cui si nutrono le balenottere (Orsi Relini e Giordano, 1992). Inoltre, è probabile che il sistema di canyon che caratterizza il Mar Ligure permetta la concentrazione di specie che sono alla base dell'alimentazione dei cetacei. La circolazione nei canyon, infatti, è caratterizzata da fenomeni di *downwelling* che fanno confluire verso la parte profonda e aperta dei canyon le acque superficiali circostanti, concentrandovi i materiali in sospensione (Della Tommasa *et al.*, 2000). Questa corrente genera poi un *upwelling* verso costa, attraverso la parte superficiale e stretta del canyon. La presenza di balene e capodogli potrebbe forse anche essere sostenuta da peculiarità del mare profondo e la protezione di queste specie carismatiche dovrebbe considerare anche un'opportuna gestione dei canyon sottomarini.

Lo studio dei canyon, inoltre, ha portato alla scoperta di specie di meduse endemiche di alcuni canyon (Gili *et al.*, 1998), quasi che esse si siano evolute al loro interno senza avere possibilità di flusso genico con popolazioni di altri canyon. Quel che è avvenuto per le meduse potrebbe essere avvenuto anche per molti altri gruppi e i canyon sottomarini potrebbero rivelarsi importantissimi hot spot di biodiversità, oltre che volani energetici che potrebbero permettere il buon funzionamento dei sistemi costieri attraverso il flusso di correnti da essi generato (Boero *et al.*, 1996).

Il mare profondo, oltre ai canyon, ha un'altra tipologia ambientale che potrebbe rivelarsi di estrema importanza ai fini della conservazione della biodiversità: le formazioni di coralli profondi. La scarpata continentale di tutti i mari italiani, con l'esclusione dell'Adriatico, è percorsa in modo quasi continuativo da imponenti biocostruzioni di coralli bianchi: *Madrepora oculata* e *Lophelia pertusa* (es. Fusco, 1967; Bianchi, 2001; Tunesi *et al.*, 2001; Tursi *et al.*, 2004). Nei fiordi norvegesi tali formazioni raggiungono lo spessore di circa quaranta metri! Per molto tempo si è pensato che tali formazioni fossero costituite da coralli ormai morti, ma sono sempre più nette le evidenze che esistono grandi porzioni ancora in vita. I coralli profondi formano tridimensionalità nell'ambiente bentonico profondo, e potrebbero avere un ruolo ecologico di estremo rilievo, ad esempio come siti di rifugio per gli stadi giovanili di specie profonde, svolgendo un ruolo simile a quello delle praterie di posidonia negli ambienti costieri.

Canyon e coralli bianchi si trovano al di fuori dei sistemi costieri e potrebbero essere meno vulnerabili all'azione umana. I banchi di coralli bianchi, ad esempio, sono accuratamente evitati dai pescatori a strascico perché la loro presenza costituisce una seria minaccia all'integrità degli attrezzi da pesca. La discarica di materiali di rifiuto in alto mare, comunque, dovrà tener conto della presenza di tali formazioni anche perché, come abbiamo visto, gli effetti a cascata sono molto frequenti in ecologia e azioni apparentemente irrilevanti possono avere ripercussioni scarsamente prevedibili su sistemi altamente interconnessi come quelli marini.

## Conclusioni

La storia delle AMP italiane mostra come esse siano state ubicate in siti ad alta valenza paesaggistica e che la loro finalità iniziale sia stata, di conseguenza, la conservazione di particolari emergenze naturalistiche. In seguito, si è cercato di inserire nelle finalità delle AMP praticamente tutti i ritorni positivi che potrebbero derivare dalla protezione ambientale, senza un'opportuna conoscenza della distribuzione delle comunità bentoniche (le mappature georeferenziate delle AMP esistono solo per le zone A e sono il prodotto del recente progetto Afrodite) e senza una conoscenza accurata del funzionamento dei sistemi protetti, in modo da prevedere possibili effetti di buona gestione. Per contro sono ancora scarsi gli studi che mostrino quali possano essere, invece, gli impatti socio-economici delle AMP (Badalamenti *et al.*, 2000) i quali che potrebbero divenire importanti proprio sulle comunità bentoniche più superficiali (Milazzo *et al.*, 2002).

Nonostante queste palesi carenze, derivanti dallo scarso rispetto, nel nostro Paese, per le competenze scientifiche e per il prevalere di criteri di scelta basati su convenienze contingenti, l'Italia ha oggi un sistema di Aree Marine Protette che potrebbe essere il punto di partenza per una strategia nazionale di gestione e protezione dell'ambiente. Il Progetto Afrodite ha mostrato come sia possibile identificare protocolli formali di valutazione dello stato della biodiversità (cartografia georeferenzata delle comunità bentoniche, visual census delle comunità ittiche, stime di biodiversità del benthos sessile con censimento visuale e fotografico) e ben si è inserito tra quelle attività che l'Italia dovrebbe svolgere per la valutazione della biodiversità in mare nell'ambito delle convenzioni internazionali e del Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo (ASPIM) della Convenzione di Barcellona (1995) che forniscono le linee guida per la protezione dei biotopi marini e delle specie (Relini, 1999; 2000; 2002). Si tratta di un punto di partenza che dovrebbe portare a ulteriori sviluppi, tra i quali ha priorità la stima del flusso di propaguli da e per le AMP e che dovrebbe essere la base per monitorare lo stato della biodiversità marina a scala di bacino.

L'Italia è stata il primo stato ad aver compilato una check-list completa della propria fauna e, oggi, è anche il primo stato ad aver studiato in modo uniforme e coerente tutte le AMP nel proprio territorio. Si tratta di primati che mostrano come la comunità scientifica italiana sia altamente competente nel campo della biodiversità marina, anche se tale competenza è spesso non riconosciuta a livelli decisionali, non solo in Italia (Boero, 2001; Giangrande, 2003; Sheppard, 2003; Terlizzi *et al.*, 2003).

## Summary

Biodiversity protection is paramount among the aims of Marine Protected Areas (MPA). The concept of protection implies the existence of threats for the integrity of marine biodiversity. Threats (e.g., industrial and urban pollution, fisheries, intense land use also for touristic purposes) are not the same at any site and not all biodiversity components are equally vulnerable by human activities. In the case of MPAs, furthermore, protection can be envisaged as a *positive* impact, in terms of positive effects deriving from the limitation of a series of potential negative impacts such as fisheries and tourist presence. The study of MPAs shows that the first biodiversity component to be positively influenced by protection is the ichthyofauna. Even a short period of lowered pressure of fisheries leads to the return of fish to areas once characterised by the absence of large sized specimens. One of the reasons of the institution of MPAs is the possibility of a spill-over effect. The populations living into the MPA, in fact, should increase in size so to spill over the limits of the protected area, enriching also non protected sites. Also the contrary might happen, though, if specimens living over vast areas, also at great depths, become concentrated into MPAs, impoverishing nearby areas.



Within the framework of the Afrodite project, we studied the effects of protection in the MPAs of Porto Cesareo, Miramare, Torre Guaceto, and Tremiti Island, considering both benthic and fish diversity. The results of our studies show that no general rules stem from these researches, and that each MPA is a case of its own, so that monitoring programmes must take local conditions into account. The difficulty in quantifying the effects of protection is probably linked also to the non-explicit aims of MPAs: what are the targets of protection? What are the threats? The evidence of protection efficacy is scant, besides some species of fish. It might be possible that protection from human pressure besides fisheries does not lead to significant results in the benthos, in terms of structure of assemblages and in single variables (e.g., number of taxa) because impacts are absent also outside the protected areas, or because they are not prevented by the presence of protection (e.g. impact of contaminants and alien species). In many cases, unfortunately, MPAs are not effective due to lack of proper management. A paradigmatic case is the MPA of Porto Cesareo, where the A zone at La Strea is still impacted by date mussel fisheries. Protection, in this case, is not effective because there is no surveillance.

The mapping of habitat and community types within MPAs showed that the distinction of different protection regimes in different portions of the protected areas did not account for the presence of habitats of interest for the European Community. Usually, the zones with the highest protection fall into traits of coast that are easy to reach, independently from the community types that are present. Unfortunately, accurate mappings are not available for the majority of Italian MPAs, suggesting that the zoning of the levels of protection were made while disregarding the features of the biotic environment. This calls for a thorough revision of MPAs design, in the light of the aims of each MPA, once they will be made explicit.

## Bibliografia

- AA.VV. (1985) - *Atti del Convegno internazionale "I parchi costieri mediterranei"*, Salerno Castellabate, 18-22 giugno 1973, Arti Grafiche Boccia, Salerno: 895 pp.
- AGARDY T. (1997) - *Marine protected areas and ocean conservation*. Academic Press, San Diego, CA: 244 pp.
- ALLISON G.W., LUBCHENCO J., CARR M.H. (1998) - Marine reserve are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecol. Appl.*, **8** (1): 79-92.
- BADALAMENTI F., RAMOS A.A., VOULTSIADOU E., SANCHEZ LISASO J.L., D'ANNA G., PIPITONE C., MAS J.A., RUIZ FERNANDEZ J.A., WHITMARSH D., RIGGIO S. (2000) - Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Env. Cons.*, **27**: 110-125.
- BENEDETTI-CECCHI L., AIROLDI L., FRASCHETTI S., TERLIZZI A. (2003a) - Metodi sperimentali per la valutazione di influenze antropiche su popolamenti ed ambienti marini costieri. *Biol. Mar. Medit.*, **10**: 485-508.
- BENEDETTI-CECCHI L., BERTOCCI I., MICHELI F., MAGGI E., FOSELLA T., VASELLI S. (2003b) - Implications of spatial heterogeneity for management of marine protected areas (MPAs): examples from assemblages of rocky coasts in the Northwest Mediterranean. *Mar. Env. Res.*, **55**: 429-458.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Poll. Bull.*, **40** (5): 367-376.
- BIANCHI C.N. (2001) - La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 112-130.
- BIANCHI C.N., BOERO F., FONDA UMANI S., MORRI C., VACCHI M. (1998) - Successione e cambiamento negli ecosistemi marini. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 117-135.
- BOERO F. (2001) - Light after dark: the partnership for enhancing expertise in taxonomy. *Trends Ecol. Evol.*, **16** (5): 266.
- BOERO F., BELMONTE G., BUSSOTTI S., FANELLI G., FRASCHETTI S., GIANGRANDE A., GRAVILI C., GUIDETTI P., PATI A., PIRAINO S., RUBINO F., SARACINO O., SCHMICH J., TERLIZZI A., GERACI S. (2004) - From biodiversity and ecosystem functioning to the roots of ecological complexity. *Ecol. Compl.*, **2**: 101-109.
- BOERO F., BRIAND F., MICHELI F. (1999) - Executive summary. In: F. Briand (ed), *Scientific design and monitoring of Mediterranean marine protected areas*. CIESM Workshop Series, **8**: 7-14.

- BOERO F., BELMONTE G., FANELLI G., PIRAINO S., RUBINO F. (1996) - Benthic-pelagic uncoupling of carbon flow, Reply from F. Boero *et al.* *Trends Ecol. Evol.*, **11** (11): 472.
- BOUCHER J., IBANEZ F., PRIEUR L. (1987) - Daily and seasonal variations in the spatial distributions of zooplankton populations in relation to the physical structure in the Ligurian Sea *Front. J. Mar. Res.*, **45**: 133-173.
- CATTANEO-VIETTI R. (2003) - Il Sistema Afrodite: un progetto integrato di valutazione delle Aree Marine Protette in Italia. In: Carrada G.C., Coiro, P., Russo G.F. (eds), *Le Aree Marine Protette del Mediterraneo*, I quaderni di Uomo e Natura 1, Electa, Napoli: 97-100.
- CECCHERELLI G., CASU D., SECHI N. (2005) - Spatial variation of intertidal assemblages at Tavolara-Capo Cavallo MPA (NE Sardinia): geographical vs. protection effect. *Mar. Env. Res.*, **59**: 533-546.
- CHEMELLO R., RUSSO G.F. (2001) - Rapporto MaREP: Una Metodica per la valutazione delle unità ambientali nelle aree marine protette. Ed. Valtrend, Pozzuoli (NA): 46 pp.
- CIESM (1999) - *Scientific design and monitoring of Mediterranean marine protected areas*. CIESM Workshop Series, **8**: 1-64. <[www.ciesm.org/publications/Portocesareo99.pdf](http://www.ciesm.org/publications/Portocesareo99.pdf)>
- CIESM (2002) - *Erosion littorale en Méditerranée occidentale: dynamique, diagnostic et remède des*. CIESM Workshop Series, **18**: 1-104.
- CIRIACO S., COSTANTINI M., ITALIANO C., ODORICO R., PICCIULIN M., VERGINELLA L., SPOTO M. (1998) - Monitoring the Miramare Marine Reserve: assessment of protection efficiency. *Ital. J. Zool.*, **65** (Suppl.): 383-386.
- CONNELL J.H. (1978) - Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199**: 1302-1310.
- CONNELL J.H., SLATYER R.O. (1977) - Mechanisms of successions in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, **111**: 1119-1144.
- COSSU A., GAZALE V., MILELLA I. (1990) - *Parchi marini del Mediterraneo: aspetti naturalistici e gestionali*, Atti del 1° Convegno internazionale, S. Teodoro 28/29/30 Aprile 1989, Arti Grafiche Editoriali "Chiarella", Sassari: 273 pp.
- DELLA TOMMASA L., BELMONTE G., PALANQUES A., PUIG P., BOERO F. (2000) - Resting stages in a submarine canyon: a component of shallow-deep-sea coupling? *Hydrobiologia*, **440**: 249-260.
- FANELLI G., PIRAINO S., BELMONTE G., GERACI S., BOERO F. (1994) - Human predation along Apulian rocky coasts (SE Italy): desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **110**: 1-8.
- FRANCOUR P., HARMELIN J.G., POLLARD D., SARTORETTO S. (2001) - A review of marine protected areas in the Northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **11**: 155-188.
- FRASCHETTI S., BIANCHI C.N., TERLIZZI A., FANELLI G., MORRI C., BOERO F. (2001) - Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **212**: 1-12.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., MICHELI F., BENEDETTI-CECCHI L., BOERO F. (2002) - Marine protected areas in the Mediterranean Sea: objectives, effectiveness and monitoring. *P.S.Z.N. I: Mar. Ecol.*, **23** (Suppl. 1): 190-200.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BUSSOTTI S., GUARNIERI G., D'AMBROSIO P., BOERO F. (2005) - Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. *Mar. Environ. Res.*, **59**: 309-332.
- FUSCO N. (1967) - *Il fondo del mare da Sestri Levante alla foce dell' Arno: con annessa carta di pesca n.6*, Roma, Ministero della Marina Mercantile: 165 pp.
- GIANGRANDE A. (2003) - Biodiversity, conservation, and the 'Taxonomic impediment'. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **13**: 451-459.
- GILI J.M., BOUILLON J., PAGÈS F., PALANQUES A., PUIG P., HEUSSNER S. (1998) - Origin and biogeography of the deep-water Mediterranean Hydromedusae including the description of two new species collected in submarine canyons of Northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, **62**: 113-134.
- GUIDETTI P. (2002) - The importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish in Mediterranean MPAs. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **12**: 619-634.



- GUIDETTI P. (2004) - Controllo *top-down* in comunità marine di substrato roccioso fotofilo in Mar Mediterraneo. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università di Lecce.
- GUIDETTI P., BOERO F. (2004) - Desertification of Mediterranean rocky reefs caused by date-mussel, *Lithophaga lithophaga* (Mollusca: Bivalvia), fishery: effects on adult and juvenile abundance of a temperate fish. *Mar. Poll. Bull.*, **48**: 978-982.
- GUIDETTI P., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BOERO F. (2003) - Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the rock-boring mollusc *Lithophaga lithophaga*. *Mar. Biol.*, **143**: 1135-1142.
- GUIDETTI P., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BOERO F. (2004) - Effects of desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca), fishery on littoral fish assemblages along rocky coasts of Southeastern Italy. *Cons. Biol.*, **18**: 1417-1423.
- GUIDETTI P., BUSSOTTI S., BOERO F. (2005) - Evaluating the effects of protection on fish predators and sea urchins in shallow artificial rocky habitats: a case study in the northern Adriatic Sea. *Mar. Environ. Res.*, **59**: 309-332.
- GRECO S., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., TUNESI L. (2004) - 'Sistema Afrodite': an integrated programme for the inventorying and monitoring of the core zones of the Italian marine protected areas. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **14**: 119-122.
- HUTCHINSON G.E. (1987) - The ecological niche. *Physiol. Ecol.*, **24** S.N.: 3-8.
- KINGSLAND S.E. (1995) - *Modeling Nature: Episodes in the History of Population Ecology*. 2<sup>nd</sup> ed. University of Chicago Press, Chicago: 316 pp.
- MARCUS N., BOERO F. (1998) - Production and Plankton Community Dynamics in Coastal Aquatic Systems: The Importance of Benthic-Pelagic Coupling and The Forgotten Role Of Life Cycles. *Limnol. Oceanogr.*, **43** (5): 763-768.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. (1963) - An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, **17**: 373-387.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., CAMARDA R., RIGGIO S. (2002) - The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean sea? *P.S.Z.N. I: Mar. Ecol.*, **23** (Suppl. 1): 280-290.
- NAVONE A., BIANCHI C.N., ORRÚ P., ULZEGA A. (1992) - Saggio di cartografia geomorfologica e bionomica nel parco marino di Tavolara - Capo Coda Cavallo. *Oebalia*, **17** (2) Suppl.: 469-478.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., AUSENDA F., ORSI RELINI L., RELINI G. (1992) - Una proposta di gestione dell'ambiente pelagico: la riserva della biosfera nel Bacino corso-ligure provenzale. *Oebalia*, **17**: 517-521.
- ORSI-RELINI L. (2000) - The cetacean sanctuary in the Ligurian sea: a further reason. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 117-126.
- ORSI-RELINI L., GIORDANO A. (1992) - Summer feeding of the fin whale, *Balenoptera physalus*, in the Liguro-Provençal basin. *Eur. Res. Ceataceans*, **6**: 138-141.
- ORSI-RELINI L., RELINI G., CIMA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1992) - Una zona di tutela biologica ed un parco pelagico per i cetacei del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **56-57**: 247-281.
- PALUMBI S.R. (2001) - The ecology of marine protected areas. In: M.D. Bertness, S.D. Gaines, M.E. Hay (eds), *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA: 509-530.
- PAINE R.T. (1966) - Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.*, **100**: 65-75.
- PARENZAN P. (1983) - *Puglia Marittima: Aspetti geologici e biologia marina*. Congedo Ed., Galatina, 2 v.: 688 pp.
- PIANKA E. R. (1970) - On "r" and "k" selection. *Am. Nat.*, **104**: 592-597.
- PIRAINO S., FANELLI G., BOERO F. (2002) - Variability of species' roles in marine communities: change of paradigms for conservation priorities. *Mar. Biol.*, **140**: 1067-1074.
- PRICE A.R.C., HUMPHREY S.L. (eds) (1993) - *Application of the Biosphere Reserve Concept to Coastal Marine Areas: Papers Presented at the UNESCO/IUCN San Francisco Workshop, 14-20 August, 1989, A Marine Conservation and Development Report*, IUCN, Gland, Switzerland: viii + 114 pp.
- PULLIAM R.H. (1988) - Sources, sinks, and population regulation. *Am. Nat.*, **132** (5): 652-661.
- RELINI G. (1992) - Depauperamento e protezione della fauna marina italiana. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **56-57**: 9-52.

- RELINI G. (1999) - L'Italia e la protezione della biodiversità in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 151-171.
- RELINI G. (2000) - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 173-211.
- RELINI G. (2002) - Aree Marine Protette e conservazione della biodiversità nei mari italiani. II Conferenza Nazionale delle Aree Naturali. <www.conferenzaparchi2002.org>
- ROBERTS C.M. (1998) - Sources, sinks and the design of marine reserve networks. *Fisheries*, **23** (7): 16-19.
- ROFF J.C., EVANS M.J.S. (2002) - Frameworks for marine conservation - non-hierarchical approaches and distinctive habitats. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **12**: 635-648.
- ROUGHGARDEN J., GAINES S.D., POSSINGHAM H. (1988) - Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science*, **241**: 1460-1466.
- RUSS G.R. (2002) - Yet another review of marine reserves as reserves as reef fisheries management tools. In: P.F. Sale (ed), *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego: 421-443.
- RUSS G.R., ALCALA A.C. (1996) - Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **132**: 1-9.
- RUSSO G.F., CICOGNA F. (1992) - Il dattero di mare, *Lithophaga lithophaga* e gli effetti distruttivi della sua pesca sull'ambiente marino costiero: problemi e prospettive. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **56-57**: 165-194.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN-VIVIEN M.L. (1998) - Fishing trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, **83**: 425-439.
- SHANKS A.L., GRANTHAM B.A., CARR M.H. (2003) - Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserve. *Ecol. Appl.*, **13** (1): 159-169.
- SHEARS N.T., BABCOCK R.B. (2002) - Marine reserves demonstrate top-down control of community structure on temperate reefs. *Oecologia*, **132**: 131-142.
- SOURNIA A., BRYLINSKY J.M., DALLOT S., LE CORRE P., LEVEAU M., PRIEUR L., FORGET C. (1990) - Fronts hydrologiques au large des côtes françaises: les sites-ateliers du programme frontal. *Oceanologica Acta*, **13** (4): 413-438.
- SHEPPARD C.R.C. (2003) - Environmental carpetbaggers. *Mar. Poll. Bull.*, **46**: 1-2.
- TERLIZZI A., BEVILACQUA S., FRASCHETTI S., BOERO F. (2003) - Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Mar. Poll. Bull.*, **46**: 544-560.
- TERLIZZI A., DELOS A.L., GARAVENTA F., FAIMALI M., GERACI S. (2004) - Limited effectiveness of marine protected areas: imposex in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) populations from Italian marine reserves. *Mar. Poll. Bull.*, **48**: 164-192.
- TERLIZZI A., BENEDETTI-CECCHI L., BEVILACQUA S., FRASCHETTI S., GUIDETTI P., ANDERSON M.J. (2005) - Multivariate and univariate asymmetrical analyses in environmental impact assessment: a case study of Mediterranean subtidal sessile assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **289**: 27-42.
- TUNESI L., DIVIACCO G., MO G. (2001) - Observation by submersible on the biocoenosis of the deep-sea corals off Portofino Promontory (Northwestern Mediterranean Sea). In: J.H.M. Willison, J. Hall, S.F. Gass, E.L.R. Kenchington, M. Butler, P. Doherty (eds), *Proceedings of the First International Symposium on Deep-Sea Corals*. Ecology Action Centre, Nova Scotia Museum, Halifax, Nova Scotia: 76-85.
- TURSI A., MASTROTOTARO F., MATARRESE A., MAIORANO P., D'ONGHIA G. (2004) - Biodiversity of the white coral reefs in the Ionian Sea (Central Mediterranean). *Chem. Ecol.*, **20** (Suppl. 1): 107-116.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.
- VILLA F., TUNESI L., AGARDY T. (2002) - Zoning marine protected areas through spatial multiple-criteria analysis: the case of the Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Cons. Biol.*, **16**: 515-526.
- ZOPPI C. (1993) - *Aree Protette Marine Costiere. Questioni di pinificazione del territorio*. Gangemi Ed., Stabilimenti di Tarquinia: 262 pp.

A. GIANGRANDE, G.W. ROUSE<sup>1</sup>, F.J.-J. PLEJEL<sup>2</sup>, M.C. GAMBI<sup>3</sup>, M. CURINI GALLETTI<sup>4</sup>,  
A. CAVALLO, M. LICCIANO, L. MUSCO, C. PIERRI, L. TRIANNI

Dipartimento di Scienze e tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce,  
Via Prov.le Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

<sup>1</sup>South Australian Museum (Adelaide), and Environmental Biology, University of Adelaide, Australia.

<sup>2</sup>Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

<sup>3</sup>Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Napoli, Italia.

<sup>4</sup>Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari, Italia.

## LA "RIVOLUZIONE CLADISTICA" IN TASSONOMIA, NUOVI STRUMENTI ED IMPLICAZIONI PER GLI ECOLOGI

### *THE "CLADISTIC REVOLUTION", NEW TAXONOMIC INSTRUMENTS AND IMPLICATIONS FOR ECOLOGISTS*

#### **Abstract**

*The aim of the paper is to synthesize the implications of the "cladistic revolution" in a ecological context. The major contribution of cladistic philosophy concerns rank elimination. Rank choice is subjective, and it is widely proved that ranks from different taxa are not comparable. Moreover, recent researches have emphasized the importance of sympatric speciation in marine environment, up to now largely neglected, which may result in genera disproportionately represented in a given biogeographical area. Another deficiency of the Linnean system lies in its well known instability, for these reasons cladists have replaced Linnean nomenclature with phylo-code where a taxon's name is maintained stable since it is referred to its cladistic relationships and not to any given rank. The new approaches deeply influence the possible use of taxonomic surrogates within ecological researches.*

**Key-words:** *cladistics, taxonomy, ecology.*

#### **Introduzione**

Lo stimolo per il presente lavoro è stato offerto dalle discussioni scaturite nell'ambito di alcuni corsi internazionali organizzati presso l'Università di Lecce nel 2002 (Polychaetes as biological and ecological models) e nel 2003 (Cladistics), che hanno permesso a docenti e studenti che si occupano prevalentemente di ecologia, di interagire con specialisti che operano nel campo della sistematica, ed in particolare della cladistica.

Negli ultimi anni si è assistito infatti ad un enorme sviluppo dell'approccio cladistico in sistematica, che ha causato una sorta di "rivoluzione" nella classificazione di molti gruppi (Eernisse *et al.*, 1992; Rouse e Fauchald, 1995, 1997; Ruiz-Trillo *et al.*, 1999; Rouse e Plejel, 2001; Jondelius, 2002; Bourlat, 2003; Johns e Boang, 2003; Urban-Malinga *et al.*, 2004), portando anche alla riconsiderazione di alcuni concetti, spesso ritenuti scontati, specialmente dai non addetti ai lavori. Durante tali corsi, dall'interazione tra studenti e docenti con diverso background culturale, è stato possibile realizzare quanto sistematica ed ecologia, entrambe branche della biologia evoluzionistica, stiano attualmente ignorando i progressi l'una dell'altra. L'assenza di sinergie fra i due campi di ricerca, già puntualizzata da diversi autori (Thompson, 1990; Brooks e Mc Lennan, 1991; Giangrande, 2003), ha portato da una parte ad escludere il ruolo della filogenesi dalle speculazioni di carattere ecologico e dall'altra a trascurare nelle ricostruzioni

filogenetiche i processi di adattamento considerandoli addirittura pericolosi, quali fonti di possibili omoplasie.

È nostra opinione che le ricerche sulla biodiversità, oggi al centro dell'attenzione scientifica nazionale ed internazionale, richiedano invece uno sforzo collaborativo tra le due discipline.

Nel presente lavoro vorremmo sintetizzare le maggiori implicazioni in campo ecologico che possono scaturire dalla "rivoluzione cladistica".

### **Biodiversità e problemi del sistema di classificazione Linneano**

Sebbene secondo la definizione formulata durante la convenzione di Rio nel 1982, il numero di specie presenti in un'area sia stato considerato come il descrittore più elementare di biodiversità, la scelta di un indice ottimale da utilizzare nelle stime di biodiversità è ancora oggi oggetto di discussione, specialmente in campo conservazionistico (Bisby, 1995).

I differenti approcci rispecchiano la dicotomia esistente tra sistematici ed ecologi, variando da semplici misure di ricchezza specifica, come numero delle specie presenti in una data area, a misure più complesse che tengono conto della storia filogenetica dei gruppi in questione o che focalizzano l'attenzione sulle proprietà emergenti nelle interazioni fra gli organismi (Bisby, 1995; Cousins, 1994; Faith, 1994a; Vane-Wright *et al.*, 1994). Mentre per gli ecologi la diversità è essenzialmente un indice che consente di valutare il numero di specie interagenti in un sito, anche in relazione all'abbondanza degli individui, per i sistematici non è importante solo sapere quante specie ci siano, ma è di fondamentale importanza la ricostruzione storica dei rapporti filogenetici tra queste. In effetti, tale biodiversità filogenetica, prodotto di processi storici a lungo termine, determinati dalla coesistenza di specie in un dato sito, dovrebbe rappresentare il "nucleo" della comunità, cui si aggiunge una biodiversità "temporanea" determinata invece da specie presenti solo per periodi più o meno brevi. Dovrebbe, quindi, essere importante saper distinguere i due tipi di biodiversità, ma ciò presuppone la conoscenza della filogenesi delle specie interagenti (Brooks e Mc Lennan, 1991). Una specie (o un gruppo di specie) potrebbe avere priorità di conservazione sia per l'importanza del suo ruolo ecologico (funzionale) all'interno della comunità, sia semplicemente per la sua unicità (endemismo); spesso tuttavia un'origine antica della specie può produrre interconnessioni con altre componenti della comunità tali da influenzarne le dinamiche da un punto di vista funzionale. Possono essere citati ad esempio *Posidonia oceanica* (Procaccini *et al.*, 1996), o la spugna *Geodia cydonium* in Mediterraneo, che sono taxa di grande interesse filogenetico e biogeografico, ma anche strutturanti la comunità stessa (Gherardi *et al.*, 2001).

In definitiva, qualunque sia il descrittore di biodiversità utilizzato, non si può prescindere da adeguate conoscenze tassonomiche di base. Nonostante ciò solo alcuni gruppi sono conosciuti in maniera esauriente e per la maggior parte di essi mancano ricostruzioni delle affinità filogenetiche. Quindi, non solo l'utilizzo di diversità filogenetica appare quasi utopico, ma addirittura, nelle stime di biodiversità di routine, spesso non si utilizza nemmeno l'ultimo gradino della diversificazione, cioè le specie.

La difficoltà e i tempi lunghi nell'identificazione delle specie hanno infatti portato alcuni autori a seguire l'approccio del paleontologo Raup (1979) con la proposta utilizzare nelle ricerche ecologiche ranghi superiori (generi, famiglie)

("parataxonomy movement", Balmford *et al.*, 1996; Olsgard *et al.*, 1998; Olsgard e Somerfield, 1988, 2000; Warwick, 1988, 1993).

Il problema in questo tipo di approccio è insito nella soggettività del concetto di rango secondo il sistema Linneano, che rende inattendibili tali descrittori di biodiversità. L'uso del rango è cambiato nel corso degli anni seguendo i cambiamenti della sistematica e attualmente la sistematica filogenetica non accetta un sistema tassonomico basato sui ranghi.

I ranghi Linneani sono gerarchici e non sovrapponibili: un rango non può contenerne un altro, cioè una famiglia non può certo essere sottogruppo di un'altra famiglia. Questo è invece, paradossalmente, quello che succederebbe se applicassimo la suddivisione in ranghi ad una classificazione di tipo filogenetico; il numero di ranghi ad oggi esistenti diventerebbe insufficiente a rappresentare la complessità di un cladogramma (albero filogenetico).

Il sistema Linneano, che è stato accettato acriticamente attraverso i secoli, in realtà non fornisce informazioni circa le relazioni filogenetiche del gruppo in questione. Inoltre, essendo il risultato di diverse tradizioni tassonomiche, sviluppatesi autonomamente e soggettivamente tra gli studiosi dei diversi gruppi faunistici, esso rende difficile la comparazione tra gruppi diversi; in altre parole il livello di famiglia nel gruppo degli anellidi può, ad esempio, non essere comparabile con il livello di famiglia nei molluschi. Ciò significa che comparando la diversità nei due gruppi utilizzando il numero di famiglie, si andrebbe a comparare un differente livello di diversificazione. Non solo la comparazione tra famiglie appartenenti a Phyla diversi non è così automatica, ma utilizzando una classificazione di tipo filogenetico, anche all'interno dello stesso Phylum il rango di famiglia può corrispondere a livelli differenti di diversificazione (Rouse e Pleijel, 2001). In altre parole, usare surrogati tassonomici basati sul sistema Linneano per comparare la biodiversità non è corretto!

Se si considera la ricchezza specifica di diversi gruppi di invertebrati marini (AA.VV., 1995), si possono, ad esempio, osservare differenze notevoli tra Classi, dovute sicuramente all'unicità della storia evolutiva e al potenziale di speciazione dei singoli gruppi; come risultato si osserva una diversa ripartizione nel rapporto specie/categorie sopraspecifiche. Esistono generi assolutamente sovradimensionati rispetto ad altri; ad esempio, nei molluschi, ci sono taxa con sviluppo diretto che hanno subito imponenti processi di speciazione simpatrica in Mediterraneo. La scarsa speciosità degli scifozoi è probabilmente dovuta all'habitat planctonico che non si offre facilmente al "niche partitioning", contrariamente a quanto si osserva nei taxa interstiziali come i foraminiferi in cui, invece, il rapporto specie/categorie sopraspecifiche è elevatissimo. Tuttavia, oltre alle cause ecologiche e alle storie evolutive diverse, questa differenza è anche imputabile alla diversa "tradizione tassonomica" nei singoli gruppi che ha portato i diversi autori a raggruppare (lumper) o frammentare (splitter) i taxa sopraspecifici spesso su basi soggettive.

Una conseguenza di questo, comunque legata all'utilizzo dei ranghi, è l'instabilità del sistema Linneano che rappresenta un ulteriore problema che molti ecologi si trovano ad affrontare interpretando vecchie liste faunistiche nelle quali i taxa hanno nomi diversi dagli attuali, creando equivoci non indifferenti!

Nel sistema di nomenclatura filogenetica il nome di un taxon è riferito alle sue relazioni cladistiche e non al rango, e rimane stabile anche se ulteriori analisi possono cambiarne successivamente le relazioni filogenetiche (De Queiroz, 1997; De Queiroz e Gauthier, 1994; Pleijel e Rouse, 2003). A questo proposito, con-



viene precisare che gli alberi filogenetici vanno comunque considerati non fissi ed immutabili, ma “ipotesi di lavoro” che possono cambiare aggiungendo nuove entità tassonomiche o nuovi caratteri, prima non disponibili (es., nuovi descrittori molecolari, allozimi, ultrastruttura, ecc.). La nomenclatura filogenetica si prefigge appunto la stabilità nomenclaturale, qualunque siano le ipotesi filogenetiche proposte per un dato taxon.

Per ulteriori informazioni sul phylo-code si consiglia di consultare il sito web [www.phylocode.com](http://www.phylocode.com)

### **Approcci ecologici ed uso dei surrogati tassonomici**

Come già detto, non solo le conoscenze tassonomiche di molti gruppi non sono complete, ma della maggior parte di essi non si hanno conoscenze di tipo filogenetico. Tuttavia, nel campo ecologico, bisogna distinguere tra analisi tese ad ottenere misure di diversità per indagini routinarie, da quelle con ricadute più specificatamente “conservazionistiche”. Nel primo caso, il nostro messaggio è quello di stimolare a giungere sempre, ove umanamente possibile, al livello di specie, poiché i surrogati non sempre funzionano; nel secondo caso, le ricostruzioni filogenetiche sono fondamentali. La tassonomia convenzionale, infatti, può ignorare profonde divergenze tra taxa, mentre la conoscenza della posizione filogenetica (“profondità” della linea filetica/antichità) può avere ovvie ricadute nello stabilire priorità di conservazione. È il caso ad esempio di uno studio filogenetico di comparazione tra i coralli del Pacifico e dell’Atlantico che ha evidenziato come, sebbene i “coral reefs” pacifici siano più ricchi di specie, le poche specie atlantiche sono in realtà molto antiche, situate cioè molto in basso dell’albero filogenetico e appartengono a più linee filetiche distinte (Fukami *et al.*, 2004).

Un metodo per la quantificazione della biodiversità dal punto di vista filogenetico proposto nella comparazione della biodiversità di zone diverse, è quello di esaminare numero e lunghezza totale dei rami dell’albero filogenetico del gruppo in questione (Faith, 1994b). Similmente Clarke e Warwick (1998, 2001) hanno proposto il metodo della “Taxonomic Distinctness”, in cui la biodiversità locale è comparata con quella a livello regionale. Quest’ultimo metodo, tuttavia, se basato su un sistema Linneano, presenta comunque i limiti precedentemente esaminati.

La Taxonomy Distinctness si è rivelata un indice molto sensibile allo stress e alle perturbazioni (Warwick e Clarke, 1995, 1988, 2001). Paradossalmente quindi, un indice nato per stime di biodiversità è stato utilizzato per indagini di monitoraggio, mentre indici che utilizzano surrogati tassonomici (Taxonomy Sufficiency), nati per misurare lo stress delle comunità utilizzando ranghi tassonomici superiori, sono stati poi impiegati nelle misure di biodiversità (Balmford *et al.*, 1996, 2000). Quest’ultimo approccio è già stato oggetto di numerose critiche (Giangrande, 2003; Terlizzi *et al.*, 2003).

Un problema grave della Taxonomy Sufficiency è quello di trascurare i processi di speciazione simpatica i quali sembrano invece essere molto frequenti in ambiente marino (Hellberg, 1998), soprattutto nei taxa a sviluppo diretto (Palumbi, 1992). Il numero di specie può perciò essere molto variabile sia tra taxa che tra aree diverse, con alcuni generi caratterizzati da un’importante radiazione intra area: ad esempio, per rimanere in ambito europeo, il genere *Gibbula* (Mollusca: Gastropoda) comprende ben 19 specie lungo le coste italiane, molte delle quali endemiche del Mediterraneo, così come il genere *Cystoseira* (Phaeophyta: Fucales)



con oltre 30 specie, molte endemiche anche di aree limitate (Giaccone, 1986; Furnari *et al.*, 2003); o ancora il genere *Coelogynopora* (Rhabditophora: Proseriata) che mostra una spettacolare radiazione nel Mare del Nord (Curini Galletti e Casu, 2004). Questa particolare speciosità di alcuni generi, che può dare un grande contributo alla biodiversità, viene completamente oscurata dall'uso di surrogati.

Questo processo di speciazione non è presente o ridotto negli ambienti evolutivamente giovani come ad esempio quelli salmastri, ed è proprio in questi ambienti che l'utilizzo di surrogati produce migliori risultati, anche a livello di descrittore di biodiversità.

Nel monitoraggio ambientale, molti studi hanno addirittura sottolineato come, lavorando a livelli più alti nell'identificazione tassonomica, non solo non si perda informazione, ma addirittura si osservi meglio una risposta delle comunità alle perturbazioni (Warwick, 1988; Mistri e Rossi, 2000, 2001; Olsgard *et al.*, 1998; Olsgard e Somerfield, 2000).

La ragione di ciò risiede nel fatto che tali habitat, presentando condizioni ambientali estreme, sono particolarmente selettivi e colonizzati in genere da poche specie appartenenti a gruppi diversi. In tali casi, l'utilizzo di surrogati può dare gli stessi risultati della classificazione a livello di specie.

Un esempio ci può venire dall'esame del popolamento a policheti di alcune lagune del Tirreno (Gravina e Giangrande, 1984). Procedendo lungo un gradiente di stress (dissalazione e aumento di carico trofico) si osserva una riduzione sia del numero di famiglie (da 17 a 4) che di specie (da 27 a 4) con il risultato, in questo caso, che identificare gli organismi a livello di famiglia o di specie è la stessa cosa: si osserva comunque una riduzione di diversità. La colonizzazione degli ambienti salmastri, in virtù della transitorietà di tali habitat, produce un pattern simile in gruppi differenti che non vanno incontro ad importanti fenomeni di speciazione. Lo stesso discorso può non valere per altri ambienti: ad esempio se esaminiamo la diversità dei policheti a livello di famiglia, troviamo che essa è maggiore negli ambienti di fondo mobile rispetto ai fondi rocciosi; ma se si considera il livello di specie il rapporto si inverte: nei fondi mobili ci sono 3 o 4 specie per famiglia, mentre i fondi rocciosi sono colonizzati da poche famiglie ricchissime di specie! Questo significa solamente che il disegno generale dei policheti probabilmente è maggiormente adattato alla vita nei fondi incoerenti, ma tra le alghe la forte competizione produce una moltiplicazione di specie con nicchie ristrette che non si riscontra sui fondi mobili. Il risultato è che lavorare ad un rango superiore a quello specifico potrebbe produrre gravi errori di valutazione!

## Conclusioni

Sebbene la necessità di una rivalutazione della tassonomia sia stata più volte sottolineata, evidenziando un trend negativo nell'incentivazione dei giovani a intraprendere la carriera di tassonomo, sicuramente poco remunerativa (Boero, 2001), non è stata osservata una marcata inversione di tendenza a livello nazionale: la sistematica, intesa come tassonomia e filogenesi, rimane ancora poco incentivata dal punto di vista economico.

Riteniamo, invece, che lo stesso rigore scientifico che oggi è alla base dell'impostazione di ogni lavoro di ecologia sperimentale dovrebbe essere sviluppato anche nelle ricerche tassonomiche di base! Molti sforzi sono stati fatti negli ultimi tempi per sviluppare teorie e corretti disegni sperimentali, ma spesso la fase rela-

tiva alla raccolta dati tassonomici, che dovrebbe essere fondamentale, pecca di rigore scientifico, per cui si finisce con l'elaborare in maniera impeccabile qualcosa di altamente impreciso!

L'identificazione degli organismi a livello specifico dovrebbe essere una prerogativa sia nelle ricerche di routine, dato che i surrogati non sempre funzionano, sia in quelle a scopi conservazionistici. In quest'ultimo caso nelle misure di diversità, ove possibile, si dovrebbero generare ipotesi filogenetiche.

L'uso di surrogati, che comporta sicuramente una velocizzazione nella fase analitica, non è sempre la strategia migliore, perché a volte il prezzo che rischiamo di pagare per la perdita di informazione non può essere compensato dal tempo risparmiato.

L'assunzione della validità dell'utilizzo di surrogati di biodiversità significa ammettere che la nostra conoscenza della natura è completa, mentre siamo consapevoli di essere ben lontani dalla comprensione delle relazioni tra biodiversità e funzionalità degli ecosistemi.

A nostro avviso abbiamo ancora un enorme bisogno della tassonomia: solo così questa scienza non morirà e potranno aprirsi prospettive per un ricambio generazionale dei tassonomi oggi ancora operanti.

## Summary

The biodiversity of a geographical area, referred to species richness, depends on the history of the groups that characterize that area. Species should be the last step of the biological diversification, what is referred by cladists as the tip of a phylogenetic tree. Due to the difficulties inherent to the correct identification of taxa at species level, many researchers, following Raup (1979) approach, resorted to biodiversity surrogates, limiting their taxonomic efforts to the identification of higher ranks. The cladistic approach is changing classification methods introducing the phylogenetic classification, alternative to the Linnean one. The major revolution concerns rank elimination. Rank choice is subjective, and it is widely proved that ranks from different taxa are not comparable. Moreover, recent researches have emphasized the importance of sympatric speciation in marine environment, up to now largely neglected. This evolutionary process may produce higher specific diversity in some genera than in others. Therefore some phylogenetic and ecological aspects may be lost or underestimated working with higher ranks. Another shortcoming of the Linnean system lies in its instability. For this reason cladists have replaced the Linnean nomenclature with the phylo-code where the taxa's names are referred to cladistic relationships and not to ranks, and remain stable even though the phylogenetic relationships within the tree can change for that taxon. Ranks are artificial and do not show any phylogenetic relationships. The use of ranks as surrogate for biodiversity evaluation introduces a marked degree of subjectivity in the research. A solution is to improve phylogenetic researches and possibly identify organisms at the least inclusive level, the only one which can give information on the real biodiversity of an area and on the evolutionary and ecological processes that contribute to produce that diversity. The use of surrogates surely facilitates and speeds up the analytical phase, but the price that we should pay in terms of loss of information cannot be balanced by the saving of time.

## Bibliografia

- AA.VV. (1995) - *Checklist delle specie della fauna italiana*. Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds), n° 2, 3, 4, 14, 15, 16, 17, 19. Calderini Ed., Bologna.
- BALMFORD A., JAYASURIYA A.H.M., MURRAY M.G. (1996) - Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness. 2. Local applications. *Proc. R. Soc. Lond.*, **263**: 1571-1575.
- BALMFORD A., LYON A.J.E., LANG R.M. (2000) - Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi. *Biol. Cons.*, **93**: 209-217.
- BISBY F.A. (1995) - Characterization of biodiversity. In: Heywood V.H. (ed), *Global biodiversity assessment*. Cambridge University Press: 25-35.

- BOERO F. (2001) - Light after dark: the partnership for enhancing expertise in taxonomy. *Tree*, **16**: 206.
- BOURLAT S.J., NIELSEN C., LOCKYER A.E., LITTLEWOOD D.T.J., TELFORD M.J. (2003) - *Xenoturbella* is a deuterostome that eats molluscs. *Nature*, **424**: 925-928.
- BROOKS D.R., MC LENNAN D.A. (1991) - *Phylogeny, ecology and behaviour: a reaserch program in comparative biology*. University of Chicago Press. Chicago.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1998) - A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.*, **35**: 523-531.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (2001) - A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **216**: 265-278.
- COUSINS S.H. (1994) - Taxonomy and functional biotic measurement, or, will the ark work? In: Forey P.L., Humphries C.J., Vane-Wright R.I. (eds), *Systematics and Conservation Evaluation*, Claredon Press, Oxford: 397-419.
- DE QUEIROZ K. (1997) - The Linnaean hierarchy and the evolutionization of taxonomy, with emphasis on the problem of nomenclature. *Aliso*, **15**: 125-144.
- DE QUEIROZ K., GAUTHIER J. (1994) - Toward a phylogenetic system of biological nomenclature. *Tree*, **9**: 27-31.
- EERNISSE D.J., ALBERT J.S., ANDERSON F.E. (1992) - Annelida and Arthropoda are not sister taxa: a phylogenetic analysis of spiralian metazoan morphology. *Syst. Biol.*, **41**: 305-330.
- FUKAMI H., BUDD A.F., PAULAY G., SOLE-CAVA A., CHEN C.L.A., IWAO K., KNOWLTON N. (2004) - Conventional taxonomy obscure deep divergence between Pacific and Atlantic Corals. *Nature*, **427**: 832-835.
- FAITH D.P. (1994a) - Phylogenetic pattern and the quantification of organismal biodiversity. *Phil. Tran. Royal Soc. London - Series B: Biol. Sci.*, **345** (1311): 45-58.
- FAITH D.P. (1994b) - Phylogenetic diversity: a general framework for the prediction of feature diversity. In: Forey P.L., Humphries C.J., Vane-Wright R.I. (eds), *Systematics and conservation evaluation*. Claredon Press, Oxford: 251-257.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D. (2003) - Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (1): 482 pp.
- GRAVINA M.F., GIANGRANDE A. (1984) - Il popolamento a Policheti dei laghi pontini (Lazio). *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 315-324.
- GHERARDI M., GIANGRANDE A., CORRIERO G. (2001) - Epibiontic and endobiontic polychaetes of *Geodia cydonium* (Porifera, Demospongiae) from Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **443**: 87-101.
- GIANGRANDE A. (2003) - Biodiversity, conservation and the "Taxonomic Impediment". *Aquat. Cons.*, **13**: 451-459.
- GIACCONE G. (1985) - Una nuova specie mediterranea di *Cystoseira* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales): *C. hyblaea* G. Giaccone, con osservazioni critiche su alcune entità tassonomiche poco note o imperfettamente descritte. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **18**: 429-442.
- HELLBERG M.E. (1998) - Sympatric sea shells along the sea's shore: the geography of speciation in the marine gastropod *Tegula*. *Evolution*, **52**: 1311-1324.
- JOHNS P.M., BOAG B. (2003) - The spread and distribution of terrestrial planarians (Turbellaria: Tricladida: Geoplanidae) within New Zealand. *N. Z. J. Ecol.*, **27** (2): 201-206.
- JONDELIUS U., RUIZ-TRILLO I., BAGUÑA J., RIUTORT M. (2002) - The Nemertodermatida are basal bilaterians and not members of the Platyhelminthes. *Zool. Scri.*, **31**: 201-215.
- MISTRI M., ROSSI R. (2000) - Levels of taxonomic resolution and choise of trasformation sufficient to detect community gradients: an approach to hard substrata benthic studies. *Ital. J. Zool.*, **67** (2): 163-169.
- MISTRI M., ROSSI R. (2001) - Taxonomic sufficiency in lagoonal ecosystems. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **81**: 339-340.
- OLSGARD F., SOMERFIELD P.J., CARR M.R. (1998) - Relationships between taxonomic resolution, macrobenthic community patterns and disturbance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **172**: 25-36.
- OLSGARD F., SOMERFIELD P.J. (2000) - Surrogates in benthic investigations. which taxonomic units? *J. Aquat. Ecosyst. Stress Rec.*, **7**: 25-42.

- PALUMBI S. (1992) - Marine speciation on a small planet. *Tree*, **7** (4): 114-118.
- PLEIJEL F., ROUSE G.W. (2003) - Ceci n'est pas une pipe: names, clades and phylogenetic nomenclature. *J. Zool. Syst. Evol. Research*, **41**: 162-174.
- PROCACCINI G., ALBERTE R.S., MAZZELLA L. (1996) - Genetic structure of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Western Mediterranean: ecological implications. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **140**: 153-160.
- RAUP D.M. (1975) - Taxonomic diversity estimation using rarefaction. *Paleobiol.*, **1**: 333-342.
- ROUSE G., FAUCHALD K. (1995) - The articulation of annelids. *Zool. Scri.*, **26**: 269-301.
- ROUSE G., FAUCHALD K. (1997) - Cladistics of Polychaeta. *Zool. Scri.*, **26**: 139-204.
- ROUSE G., PLEIJEL F. (2001) - *Polychaetes*. Oxford University press: 353 pp.
- RUIZ-TRILLO I., RIUTORT M., LITTLEWOOD D.T.J., HERNIOU E.A., BAGUNA J. (1999) - Acoel Flatworms: earliest extant Bilaterian Metazoans, not members of Platyhelminthes. *Science*, **283**: 1919-1923.
- TERLIZZI A., BEVILACQUA S., FRASCHETTI S., BOERO F. (2003) - Taxonomic Sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Mar. Poll. Bull.*, **46**: 556-561.
- THOMPSON J.N. (1990) - *The coevolutionary process*. Chicago Press: 376 pp.
- URBAN-MALINGA B., KOTWICKI L., GHESKIERE T.L.A., JANKOWSKA K., OPALINSKI K., MALINGA M. (2004) - Composition and distribution of meiofauna, including Nematode genera, in two contrasting arctic beaches. *Polar Biol.*, **8**: 447-457.
- VANE-WRIGHT R.I., SMITH C.R., KITCHING I.J. (1994) - Systematic assessment of taxic diversity by summation. In: Forey P.L., Humphries C.J., Vane-Wright R.I. (eds), *Systematics and conservation evaluation*. Clarendon Press, Oxford: 310-326.
- WARWICK R.M. (1988) - The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Mar. Poll. Bull.*, **19**: 259-268.
- WARWICK R.M. (1993) - Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 63-80.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (1995) - New "biodiversity" measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **129**: 301-305.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (1998) - Taxonomic distinctness and environmental assessment. *J. Appl. Ecol.*, **35**: 532-543.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (2001) - Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **39**: 207-231.

S. MARTELLOS, G. ALONGI\*, A. FALACE, M. CORMACI\*, G. GIACCONE\*, P.L. NIMIS

Dipartimento di Biologia, Via Giorgieri, 10 – 34010 Trieste, Italia.

\*Dipartimento di Botanica dell'Università, Via A. Longo, 19 – 95125 Catania, Italia.

## UN SISTEMA DI IDENTIFICAZIONE INTERATTIVO APPLICATO ALLE MACROALGHE BENTONICHE

### *A SYSTEM OF INTERACTIVE IDENTIFICATION FOR MARINE BENTHIC MACROALGAE*

#### **Abstract**

*A system of interactive identification for marine benthic macroalgae based on FRIDA is presented. FRIDA (FRIendly IDentification) is an original software that can produce both interactive (on-line) and traditional keys to the identification of organisms. It is a flexible system suiting different levels of users. FRIDA can easily link to taxonomic-ecological-distributional database set up in other work packages.*

**Key-words:** *identification keys, taxonomy, macroalgae.*

#### **Introduzione**

La componente fitobentonica, per la sua capacità di integrare nel tempo gli effetti dei fattori biotici e abiotici di un habitat, è un descrittore efficace dello stato ecologico delle acque costiere. Lo studio della biodiversità in relazione alle associazioni vegetali presenti nei vari habitat del Mediterraneo e l'uso di indici di valutazione ambientale che si basano proprio sulle macroalghe (Giaccone e Catra, 2004), diventano il punto di forza del monitoraggio costiero. Tuttavia sia la determinazione della biodiversità che l'uso di questi indici richiedono l'impiego di strumenti di determinazione (chiavi dicotomiche) il cui utilizzo presuppone conoscenze tassonomiche di base.

Le classiche chiavi dicotomiche, infatti, sono organizzate secondo una rigida classificazione gerarchica che parte dalla divisione fino ad arrivare alla specie. Questo percorso è spesso basato sull'individuazione di caratteri tassonomici difficilmente osservabili (ad esempio nel campo algologico la prima valutazione è se ci si trova di fronte ad una alga rossa, verde o bruna, la cui distinzione è prevalentemente biochimica). Le chiavi tradizionali inoltre raramente includono dati ambientali e distribuzionali che possono contribuire all'identificazione della specie limitando il campo di ricerca.

Va comunque puntualizzato che l'unica chiave generale per l'identificazione dei vegetali marini del Mediterraneo è di Giaccone (1973); successivamente sono state pubblicate solo guide parziali, limitate ad aree ristrette o a singoli gruppi tassonomici, comprendenti al massimo un centinaio di specie (Giaccone, 2003).

I recenti progressi nel campo della gestione interattiva dei dati forniscono strumenti di identificazione diversi e più completi che permettono di superare alcuni limiti delle classiche chiavi cartacee. Questi strumenti consentono di identificare una specie sulla base di caratteri prevalentemente vegetativi che spesso hanno alto potere discriminante, modificando l'ordine della gerarchia dei caratteri rispetto alle classiche chiavi. I sistemi interattivi permettono anche continui aggiornamenti, in tempo reale, collegamenti con database ecologici, mappe distribuzionali

e archivi iconografici. Gli strumenti per l'identificazione che un sistema computerizzato mette a disposizione possono essere adattati a seconda delle esigenze e della preparazione specifica dell'utenza alla quale sono destinati. Negli ultimi quattro anni, due progetti di ricerca nazionali coordinati dal Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste si sono posti l'obiettivo di sviluppare strumenti informatici per l'identificazione di diversi gruppi di vegetali on-line.

FRIDA (FRiendly IDentificAtion) è un software originale per la produzione di strumenti interattivi per l'identificazione degli organismi. Tale sistema, già testato per i funghi lichenizzati, viene ora applicato alle macroalghe bentoniche ed in particolare alle specie mesolitorali presenti lungo le coste orientali della Sicilia.

## Materiali e metodi

FRIDA è stato sviluppato a partire dal 2001 e brevettato dall'Università di Trieste. E' interamente scritto in linguaggio PL/SQL, e gira su di un database server Oracle.

FRIDA è flessibile ed elastico ed il suo uso non richiede la conoscenza di specifici linguaggi di programmazione o di codici di inserimento dati. Le informazioni possono essere esportate in qualunque altro formato.

FRIDA può automaticamente produrre sia strumenti interattivi per l'identificazione accessibili on-line sia tradizionali chiavi dicotomiche in forma cartacea. Può inoltre essere facilmente connesso a database tassonomici, ecologici e distribuzionali, archivi iconografici e mappe distribuzionali. Le informazioni contenute in altri database connessi con Frida possono essere usate come filtro per ridurre il numero di specie presenti nella chiave, rendendo più semplice il processo di identificazione.

Questo sistema può generare sia chiavi "facilitate" sia chiavi organizzate secondo i classici criteri sistematici, semplicemente variando la gerarchia dei caratteri, ovvero la sequenza in cui i caratteri vengono usati per separare i taxa.

## Risultati

La flora algale del mesolitorale siciliano è caratterizzata da 91 specie (Alongi, 1996, 1998 a, b; Giaccone *et al.*, 1993) di cui 63 Rhodophyceae, 8 Phaeophyceae, 20 Chlorophyceae.

Ciascuna specie è stata definita da una combinazione di caratteri sia strettamente tassonomici sia morfologico-vegetativi e riproduttivi di più facile osservazione ed in particolare: il grado di calcificazione della parete cellulare, la complessità strutturale del tallo (unicellulare/coloniale, filamentosa semplice e/o ramificata, pseudoparenchimatosa), il colore, il portamento (prostrato, reptante, eretto), la forma (laminare, nastriforme, tubolare, cilindrica, ecc...), la consistenza del tallo (cartilagineo, coriaceo, molle, mucillaginoso, ecc.), la sua simmetria e la tipologia della ramificazione.

Sulla base di questi caratteri e di dati distribuzionali-ambientali, FRIDA ha elaborato percorsi di identificazione semplici e molto più rapidi.

Ad esempio per determinare *Rissoella verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh:

- una chiave tradizionale prende in considerazione tutte la specie presenti lungo le coste italiane (circa 1100, secondo Furnari *et al.*, 2003) e segue la gerarchia tradizionale che prevede, soprattutto nei primi passaggi, l'individuazione di caratteri "difficili" principalmente legati alla riproduzione sessuale (Fig. 1).



|                                                                                                                                                                                                     |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| CARATTERI BIOCHIMICI: pigmenti, sostanze di riserva, composizione parete.<br>e/o                                                                                                                    | → <b>Divisione: RHODOPHYTA</b>   |
| CARATTERI LEGATI ALLA RIPRODUZIONE SESSUALE: oogamia con carpogoni e spermazi                                                                                                                       |                                  |
| CARATTERI MORFOLOGICI: sinapsi cellulari visibili.<br>e/o                                                                                                                                           | <b>Sottoclasse:</b>              |
| <b>FLORIDEOPHYCIDAE</b>                                                                                                                                                                             |                                  |
| CARATTERI LEGATI ALLA RIPRODUZIONE SESSUALE: carpogoni con tricogino                                                                                                                                |                                  |
| CARATTERI LEGATI ALLA RIPRODUZIONE SESSUALE: cellula ausiliaria che si forma prima della fecondazione                                                                                               | → <b>Ordine : GIGARTINALES</b>   |
| CARATTERI MORFOLOGICI: struttura multiassiale<br>e/o                                                                                                                                                | → <b>Famiglia: RISSOELLACEAE</b> |
| CARATTERI LEGATI ALLA RIPRODUZIONE SESSUALE: cellula ausiliaria in prossimità del ramo carpogoniale (procarpo); il gonimoblasto deriva da una sola cellula madre prodotta dalla cellula ausiliaria. |                                  |
| <b>un solo genere ed una sola specie: <i>Rissoella verruculosa</i></b>                                                                                                                              |                                  |

Fig. 1 - Caratteri richiesti da una chiave dicotomica tradizionale, per determinare *Rissoella verruculosa*.

*Example of way of working of a traditional key to identification of *Rissoella verruculosa*.*

- FRIDA, invece, riduce il campo di ricerca da 1100 a 91 specie applicando due filtri, uno distribuzionale (coste siciliane) ed uno bionomico (mesolitorale), mettendo così a confronto solo le specie che possono trovarsi nel mesolitorale siciliano; i caratteri da valutare, inoltre, sono di più facile osservazione (Fig. 2).



Fig. 2 - Esempio di un percorso elaborato da FRIDA per determinare *Rissoella verruculosa*.

*Example of way of working of FRIDA to identify *Rissoella verruculosa*.*

Nella versione on-line della chiave la scelta, in ogni passaggio è supportata da una adeguata iconografia esplicativa del carattere considerato. Ciascuna specie, inoltre, è corredata da una breve descrizione e da una o più immagini.

Cambiando l'ordine dei caratteri, privilegiando caratteri vegetativi di più immediata osservazione, otteniamo chiavi "facilitate" utilizzabili anche da non specialisti in sistematica delle alghe. Un esempio viene di seguito riportato nella chiave allegata.

## Conclusioni

L'applicazione di FRIDA alle macroalghe del mesolitorale rappresenta un valido strumento nello studio della biodiversità algale in relazione al monitoraggio sullo stato ecologico delle acque costiere (Direttiva 2000/60/CE) e alla Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.), anche da parte delle ARPA e di altre Agenzie. Il mesolitorale, infatti, per la sua collocazione bionomica, è facilmente osservabile e può dare un quadro preliminare sullo stato ecologico della fascia costiera.

FRIDA come tutti i database è un sistema cumulativo che permette di implementare e aggiornare i dati in esso contenuti. La flora del mesolitorale delle coste siciliane rappresenta pertanto un punto di partenza per ulteriori sviluppi, che prevedono l'inserimento delle specie delle coste dell'alto Adriatico ed, in seguito, della flora italiana. Gli strumenti per l'identificazione costruiti con l'ausilio di FRIDA potranno diventare un valido ausilio nella gestione del territorio, elaborando diversi prodotti come ad esempio flore locali (di aree protette, singoli biotopi, ecc), chiavi di identificazione per diverse categorie di utenti (didattico-divulgative, specialistiche) e flore illustrate.

## Summary

A system of interactive identification for marine benthic macroalgae based on FRIDA is presented. FRIDA (FRiendly IDentificAtion) is an original software that can produce both interactive (on-line) and traditional keys to the identification of organisms. In this paper, FRIDA is applied to the midlittoral macroalgal flora of the sicilian coast consisting of 91 species. Every species is defined by a combination of characters, easily detectable, dealing with the thallus organization (unicellular/colonial, filamentous, pseudoparenchimatous, etc...), colour, habit (prostrate, erect), shape (leafy, tubular, terete, compressed, etc...), consistency (cartilaginous, fleshy, soft, calcified, etc...), symmetry, type of branching.

On the basis of such characters as well as on both phytogeographic and bionomic data, FRIDA elaborated easy and fast identification courses, producing "easy" identification keys to algal species that can be used also by not experts in algal taxonomy.

## Bibliografia

- ALONGI G. (1996) – *Studio della vegetazione del mesolitorale in due stazioni della Sicilia Orientale*. Tesi di Dottorato (1992-1995), Università di Catania: 109 pp.
- ALONGI G. (1998 a) - Struttura e periodismo del popolamento a *Bangia atropurpurea* (Bangiales, Rhodophyta) in due stazioni della Sicilia orientale. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **30**: 149-165.
- ALONGI G. (1998 b) - Struttura e periodismo del popolamento a *Porphyra leucosticta* (Bangiales, Rhodophyta) in due stazioni della Sicilia orientale. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **30**: 167-185.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D. (2003) - Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (1): 3-483.
- GIACCONE G. (1973) – *Elementi di Botanica marina, parte II: chiavi di determinazione per le alghe e le angiosperme del Mediterraneo*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Trieste, ser. Didattica: 358 pp.

- GIACCONE G. (2003) – *Valutazione sullo stato della tassonomia degli organismi marini nei paesi del Mediterraneo (Évaluation de l'état de la Taxonomie des organismes marins dans les pays de la Méditerranée)*. Tunisi 3-5 avril 2003. UNEP/CAR/ ASP.
- GIACCONE G., ALONGI G., COSSU A., DI GERONIMO R., SERIO D. (1993) - La vegetazione marina bentonica del Mediterraneo: I. Sopralitorale e Mesolitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **26**: 245-291.
- GIACCONE G., CATRA M. (2004) - Rassegna sugli indici di valutazione ambientale con macroalghe per definire lo stato ecologico delle acque costiere del Mediterraneo (Direttiva 2000/60/CE). *Biol. Mar. Medit.*, **11** (1) (in stampa).

# **CHIAVE DI IDENTIFICAZIONE DELLE MACROALGHE BENTONICHE DEL MESOLITORALE DELLA COSTA ORIENTALE DELLA SICILIA**

- 1 Tallo interamente calcificato eretto, costituito da segmenti rigidi e articolati tra loro, o formante croste dure e pietrificate ..... 2
- 2 Tallo con portamento eretto, ramificato, costituito da articoli calcificati (intergenicoli) collegati da porzioni non calcificate (genicoli) ..... 3
- 3 Articoli con ramificazione pennata ..... 4
- 4 Articoli dell'asse principale compressi e mediamente <1mm di diametro; rami laterali presenti pressoché ad ogni articolo ..... *Corallina elongata*
- 4 Articoli dell'asse principale cilindracei e mediamente >1mm di diametro; rami laterali che si originano con alcuni articoli di intervallo ..... *Corallina officinalis*
- 3 Articoli con ramificazione dicotomica ..... 5
- 5 Tallo corimbo, con i rami che formano un angolo di circa 30° ..... *Jania rubens*
- 5 Tallo aggrovigliato per la presenza di rami arcuati, provvisti di "dischi di adesione". Rami che formano un angolo di circa 55° ..... *Jania adhaerens*
- 2 Tallo interamente-parzialmente incrostante o con porzioni erette non genicolate ..... 6
- 6 Croste lisce e/o rugose ..... 7
- 7 Tallo di colore rosa violaceo, grigiastro, con margine biancastro; concettacoli multiporati ..... *Phymatolithon lenormandii*
- 7 Tallo di colore rosa più o meno intenso, con concettacoli uniporati ..... *Neogoniolithon brassica-florida*
- 6 Croste provviste di papille o creste, variamente convolute ..... 8
- 8 Tallo formato da piccole creste, sinuose e robuste ..... *Lithophyllum byssoides*
- 8 Tallo formato da piccole escrescenze a forma di papille ..... *Lithophyllum papillosum*
- 1 Tallo non calcificato o con una parziale calcificazione ..... 9
- 9 Tallo crostoso che si espande aderendo totalmente alla superficie del substrato ..... 10
- 10 Tallo gelatinoso, di colore marrone olivastro i cui filamenti tendono a separarsi con una leggera pressione ..... *Hapalospongidion macrocarpum*
- 10 Tallo di consistenza cartilaginea, di colore marrone rossastro o rosso scuro ..... 11
- 11 Tallo di colore marrone rossastro; assenza di sinapsi tra le cellule. Le strutture riproduttive si differenziano all'apice dei filamenti ..... *Ralfsia verrucosa*
- 11 Tallo di colore rosso scuro; cellule collegate da sinapsi (connessioni citoplasmatiche). Le strutture riproduttive si differenziano all'interno di camere scavate nello spessore del tallo .. 12
- 12 Tetrasporocisti (20-32 µm x 5-11 µm) zonate con i piani di divisione trasversali o obliqui ma sempre paralleli tra loro ..... *Hildenbrandia crouaniorum*
- 12 Tetrasporocisti (18-35 µm x 8-15 µm) crociate o irregolarmente divise, con i piani di divisione mai paralleli tra loro ..... *Hildenbrandia rubra*
- 9 Tallo mai come sopra ..... 13
- 13 Tallo filamentoso ..... 14
- 14 Filamento uniseriato ..... 15
- 15 Filamenti semplici ..... 16
- 16 Tallo di colore rosso scuro ..... *Bangia fuscopurpurea*
- 16 Tallo di colore verde brillante, verde smeraldo o verde scuro ..... 17
- 17 Filamenti privi di cellule specializzate all'ancoraggio ..... *Chaetomorpha mediterranea*
- 17 Filamenti provvisti di una cellula basale specializzata nell'ancoraggio ..... 18
- 18 Filamenti flessuosi, di diametro costante (10-30 µm); cellula basale lunga circa 100 µm. .... *Ulothrix flacca*
- 18 Filamenti rigidi, il cui diametro (100-400 µm) aumenta della base verso la porzione apicale; cellula basale lunga fino a 1.200 µm ..... *Chaetomorpha linum*

|    |                                                                                                                                                                                                  |                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 15 | Filamenti ramificati                                                                                                                                                                             | 19                                          |
| 19 | Filamenti senza setti trasversali                                                                                                                                                                | 20                                          |
| 20 | Filamenti fissati al substrato mediante piccoli dischi calcificati                                                                                                                               | <i>Pedobesia simplex</i>                    |
| 20 | Assenza di dischi basali calcificati                                                                                                                                                             | 21                                          |
| 21 | Presenza di evidenti costrizioni alla base dei rami                                                                                                                                              | 22                                          |
| 22 | Asse semplice con rami presenti solo nel suo terzo superiore; i rami inferiori più lunghi di quelli superiori e ulteriormente ramificati in modo irregolare                                      | <i>Bryopsis cupressina</i>                  |
| 22 | Asse con numerosi rami presenti soprattutto nella sua metà superiore; i rami sono scarsamente ramificati in modo prevalentemente unilaterale                                                     | <i>Bryopsis corymbosa</i>                   |
| 21 | Assenza di evidenti costrizioni alla base dei rami                                                                                                                                               | 23                                          |
| 23 | Filamenti ramificati dicotomicamente; porzione prostrata con costrizioni e aspetto moniliforme                                                                                                   | <i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>        |
| 23 | Filamenti scarsamente e irregolarmente ramificati; porzione prostrata senza costrizioni                                                                                                          | <i>Derbesia tenuissima</i>                  |
| 19 | Filamenti con setti trasversali                                                                                                                                                                  | 24                                          |
| 24 | Tallo di colore verde brillante, verde smeraldo o verde scuro                                                                                                                                    | 25                                          |
| 25 | Assenza della parete trasversale alla base del ramo                                                                                                                                              | <i>Cladophoropsis modonensis</i>            |
| 25 | Presenza della parete trasversale alla base del ramo                                                                                                                                             | 26                                          |
| 26 | Talli aggrovigliati che formano ciuffi senza una distinta zona d'attacco                                                                                                                         | 27                                          |
| 27 | Parete cellulare spessa e lamellata; diametro della cellula apicale 100- 200 $\mu\text{m}$                                                                                                       | <i>Cladophora echinus</i>                   |
| 27 | Parete cellulare sottile e non lamellata; diametro della cellula apicale 20-45 $\mu\text{m}$                                                                                                     | <i>Cladophora socialis</i>                  |
| 26 | Talli singoli, eretti che spesso formano piumini, con una distinta zona d'attacco                                                                                                                | 28                                          |
| 28 | Presenza di rami falcati; cellule della porzione basale del tallo leggermente più lunghe di quelle della porzione apicale                                                                        | 29                                          |
| 29 | Cellula apicale con diametro di 35-45 $\mu\text{m}$                                                                                                                                              | <i>Cladophora laetevirens</i>               |
| 29 | Cellula apicale con diametro di 90-160 $\mu\text{m}$                                                                                                                                             | <i>Cladophora lehmanniana</i>               |
| 28 | Assenza di rami falcati; cellule della porzione basale del tallo molto più lunghe di quelle della porzione apicale                                                                               | 30                                          |
| 30 | Diametro della cellula apicale 90-225 $\mu\text{m}$                                                                                                                                              | <i>Cladophora pellucida</i>                 |
| 30 | Diametro della cellula apicale 38-67 $\mu\text{m}$                                                                                                                                               | <i>Cladophora feredayi</i>                  |
| 24 | Tallo di colore differente                                                                                                                                                                       | 31                                          |
| 31 | Tallo di colore bruno giallastro                                                                                                                                                                 | 30                                          |
| 30 | Plastidi a bastoncino provvisti di numerosi pirenoidi                                                                                                                                            | <i>Ectocarpus siliculosus</i>               |
| 30 | Plastidi discoidali provvisti di 1-2 pirenoidi                                                                                                                                                   | <i>Acinetospora crinita</i>                 |
| 31 | Tallo di colore rossastro (da rosa a rosso scuro, arancione, violaceo o rosso giallastro, marrone rossastro)                                                                                     | 32                                          |
| 32 | Presenza di cellule pericentrali dalle quali si originano cellule corticali che formano una corticizzazione continua e/o discontinua                                                             | 33                                          |
| 33 | Corticizzazione completa solo lungo l'asse principale (formata da corte cellule tondeggianti alternate a cellule allungate), mentre sui rami la corticizzazione è discontinua e limitata ai nodi | <i>Spyridia filamentosa</i>                 |
| 33 | Corticizzazione continua o discontinua, ma uguale in tutto il tallo                                                                                                                              | 34                                          |
| 34 | Tallo completamente corticato                                                                                                                                                                    | 35                                          |
| 35 | Cellule corticali rettangolari e disposte in file longitudinali; ai nodi è presente un verticillo di spine                                                                                       | <i>Centroceras clavulatum</i>               |
| 35 | Cellule corticali da sferiche ad ovoidi disposte in modo irregolare; assenza di spine                                                                                                            | <i>Ceramium secundatum</i>                  |
| 34 | Tallo con corticizzazione discontinua, limitata ai nodi                                                                                                                                          | 36                                          |
| 36 | Presenza di spine pluricellulari                                                                                                                                                                 | <i>Ceramium ciliatum</i> v. <i>robustum</i> |
| 36 | Assenza di spine                                                                                                                                                                                 | 37                                          |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|
| 37 | Bande corticali ridotte a due file di cellule                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Ceramium comptum</i>         |    |
| 37 | Bande corticali formate da numerose file di cellule                                                                                                                                                                                                                                    |                                 | 38 |
| 38 | Bande corticali formate da cellule simili per forma e dimensione                                                                                                                                                                                                                       | <i>Ceramium siliculosum</i>     |    |
| 38 | Bande corticali formate da cellule dissimili per forma e dimensione                                                                                                                                                                                                                    |                                 | 39 |
| 39 | Porzione superiore delle bande corticali formata da cellule più piccole                                                                                                                                                                                                                | <i>Ceramium tenerrimum</i>      |    |
| 39 | Porzione inferiore delle bande corticali formata da cellule allungate trasversalmente                                                                                                                                                                                                  | <i>Ceramium flaccidum</i>       |    |
| 32 | Assenza di cellule pericentrali; tallo senza corticazione come sopra (a volte è presente una corticazione dell'asse principale di tipo rizoidale)                                                                                                                                      |                                 | 40 |
| 40 | Asse (ad accrescimento indefinito) con rami (ad accrescimento definito) inseriti in modo opposto; cellule secettrici presenti o assenti                                                                                                                                                |                                 | 41 |
| 41 | Assi eretti o parzialmente prostrati, con rami inseriti in modo opposto e decussato; cellula basale dei rami piccola, quadrata e mai ramificata, a differenza delle altre cellule che sono sempre ulteriormente ramificate; cellule secettrici su rametti specializzati di 3-4 cellule | <i>Antithamnion cruciatum</i>   |    |
| 41 | Tallo costituito da assi prostrati dai quali si originano assi eretti ramificati in modo pennato, con la cellula basale dei rami che porta corti filamenti adassiali. Assenza di cellule ghiandolari                                                                                   | <i>Gymnothamnion elegans</i>    |    |
| 40 | Asse ad accrescimento indefinito con rami mai inseriti come sopra; cellule secettrici assenti                                                                                                                                                                                          |                                 | 42 |
| 42 | Ramificazione alterna con i rami disposti su un piano                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Pleonosporium borrieri</i>   |    |
| 42 | Ramificazione pseudodicotomica con rami disposti su più piani                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 43 |
| 43 | Talli privi di corticazione rizoidale                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 | 44 |
| 44 | Filamenti di 1- 4 cm, moniliformi, costituiti da cellule rigonfie                                                                                                                                                                                                                      | <i>Griffithsia schousboei</i>   |    |
| 44 | Filamenti di 4-5 mm costituiti da cellule esili; specie epifita di <i>Nemalion helminthoides</i>                                                                                                                                                                                       | <i>Audouinella nemalionis</i>   |    |
| 43 | Talli provvisti di una densa corticazione rizoidale                                                                                                                                                                                                                                    |                                 | 45 |
| 45 | Ramificazione pseudodicotomica; ramuli che spesso terminano con un pelo ialino                                                                                                                                                                                                         | <i>Callithamnion granulatum</i> |    |
| 45 | Ramificazione alterna spiralata; ramuli acuminati che non terminano con un pelo                                                                                                                                                                                                        | <i>Callithamnion tetragonum</i> |    |
| 14 | Filamento pluriseriato o parzialmente / totalmente polisifonico                                                                                                                                                                                                                        |                                 | 46 |
| 46 | Tallo pluriseriato                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Sphacelaria cirrosa</i>      |    |
| 46 | Tallo parzialmente o totalmente polisifonico, corticazione presente o assente                                                                                                                                                                                                          |                                 | 47 |
| 47 | Assi (ad accrescimento indefinito) polisifonici con 5 pericentrali, rami (ad accrescimento definito) monosifonici; tricoblasti assenti                                                                                                                                                 |                                 | 48 |
| 48 | Tallo ramificato in modo bilaterale con rami (uno per ciascun segmento) inseriti sull'asse su un piano in modo alterno-distico                                                                                                                                                         | <i>Heterosiphonia crispella</i> |    |
| 48 | Tallo ramificato in modo radiale, con rami (uno per ciascun segmento) inseriti sull'asse in modo elicoidale                                                                                                                                                                            |                                 | 49 |
| 49 | Asse privo di corticazione                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Dasya rigidula</i>           |    |
| 49 | Asse corticato                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 | 50 |
| 50 | Presenza di rami falcati                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>Dasya hutchinsiae</i>        |    |
| 50 | Assenza di rami falcati                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Dasya ocellata</i>           |    |
| 47 | Assi (ad accrescimento indefinito) e rami (ad accrescimento definito) polisifonici; tricoblasti presenti o assenti                                                                                                                                                                     |                                 | 51 |
| 51 | Tallo con asse prostrato cilindrico formato da 4 pericentrali; assi eretti appiattiti, formati da due pericentrali (ciascuna dà origine a due cellule che le affiancano), che terminano tipicamente a "coda di rondine"                                                                | <i>Taenioma nanum</i>           |    |
| 51 | Tallo con aspetto diverso                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 | 52 |
| 52 | Tallo costituito da 3 pericentrali... Fase sporofitica di <i>Asparagopsis armata</i> ( <i>Falkenbergia rufolanosa</i> )                                                                                                                                                                |                                 |    |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 52 | Tallo costituito da più di tre pericentrali                                                                                                                                                                                                                                                 | 53                                 |
| 53 | Tallo formato da un sistema prostrato dal quale prendono origine assi e rami eretti                                                                                                                                                                                                         | 54                                 |
| 54 | Tallo con apici dritti; pericentrali superiore a 20                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Polysiphonia opaca</i>          |
| 54 | Tallo con apici fortemente ricurvi e ramificazione unilaterale                                                                                                                                                                                                                              | 55                                 |
| 55 | Asse prostrato che forma assi eretti e rami senza una regolare sequenza; rami eretti terminanti con una cresta di filamenti unilaterali                                                                                                                                                     | <i>Lophosiphonia cristata</i>      |
| 55 | Asse prostrato che forma assi eretti e rami con regolare sequenza (1 asse ogni 3 rami); rami eretti terminanti con un ciuffo di filamenti                                                                                                                                                   | 56                                 |
| 56 | Rami eretti che si originano da ogni segmento dell'asse prostrato                                                                                                                                                                                                                           | <i>Herposiphonia tenella</i>       |
| 56 | Rami eretti che si originano ogni 5-6 segmenti dell'asse prostrato                                                                                                                                                                                                                          | <i>Herposiphonia secunda</i>       |
| 53 | Tallo eretto o radicante alla base                                                                                                                                                                                                                                                          | 57                                 |
| 57 | Tallo fortemente corticato                                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Polysiphonia elongata</i>       |
| 57 | Tallo non corticato                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Polysiphonia sertularioides</i> |
| 13 | Tallo non filamentoso                                                                                                                                                                                                                                                                       | 58                                 |
| 58 | Tallo costituito da un aggregato di grosse cellule vescicolose, aderenti al substrato                                                                                                                                                                                                       | <i>Valonia utricularis</i>         |
| 58 | Tallo con aspetto diverso                                                                                                                                                                                                                                                                   | 59                                 |
| 59 | Tallo laminare, nastriforme o tubolare                                                                                                                                                                                                                                                      | 60                                 |
| 60 | Tallo laminare                                                                                                                                                                                                                                                                              | 61                                 |
| 61 | Tallo di colore verde brillante, verde smeraldo o verde scuro                                                                                                                                                                                                                               | <i>Ulva laetevirens</i>            |
| 61 | Tallo di colore differente                                                                                                                                                                                                                                                                  | 62                                 |
| 62 | Tallo di colore giallo bruno con strie concentriche biancastre                                                                                                                                                                                                                              | <i>Padina pavonica</i>             |
| 62 | Tallo di colore rosso (da rosa a rosso violaceo, rosso chiaro)                                                                                                                                                                                                                              | 63                                 |
| 63 | Lamina a contorno profondamente lobato e a lobi dicotomo-arrotondati                                                                                                                                                                                                                        | <i>Nitophyllum punctatum</i>       |
| 63 | Lamina a contorno irregolare                                                                                                                                                                                                                                                                | 64                                 |
| 64 | Pianta di colore rosso violaceo; le spermatocisti formano delle strie biancastre perpendicolari al bordo                                                                                                                                                                                    | <i>Porphyra leucosticta</i>        |
| 64 | Pianta di colore rosa chiaro; le spermatocisti formano una zona biancastra lungo il bordo della lamina                                                                                                                                                                                      | <i>Porphyra umbilicalis</i>        |
| 60 | Tallo nastriforme                                                                                                                                                                                                                                                                           | 65                                 |
| 66 | Tallo sottile, con ramificazione dicotomica                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>Dictyota dichotoma</i>          |
| 66 | Tallo ruvido e di consistenza gommosa, semplice o scarsamente ramificato con margini ondulati e denticolati                                                                                                                                                                                 | <i>Rissoella verruculosa</i>       |
| 60 | Tallo tubolare                                                                                                                                                                                                                                                                              | 67                                 |
| 67 | Tallo di colore bruno giallastro                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Scytosiphon lomentaria</i>      |
| 67 | Tallo di colore verde brillante, verde smeraldo o verde scuro                                                                                                                                                                                                                               | 68                                 |
| 68 | Tallo semplice, con uno stipite tubolare che si allarga in una lamina fortemente compressa con le pareti a stretto contatto; presenza di una cavità solo lungo il margine della fronda, visibile in sezione trasversale; cellule ordinate in file longitudinali e, spesso anche trasversali | <i>Ulva linza</i>                  |
| 68 | Tallo semplice, cilindrico o tubolare-appiattito, spesso contorto; cellule con disposizione disordinata                                                                                                                                                                                     | <i>Ulva intestinalis</i>           |
| 68 | Tallo semplice o ramificato sin dalla base, tubolare alla base, appiattito distalmente con margini fortemente ondulato; cellule con disposizione disordinata nel tratto basale, a volte organizzate in pacchetti longitudinali o trasversali nei tratti mediani e apicali                   | <i>Ulva compressa</i>              |
| 59 | Tallo mai come sopra                                                                                                                                                                                                                                                                        | 69                                 |
| 69 | Tallo, gelatinoso, costituito da un lasco cortex e da una porzione centrale formata da filamenti sottili, intrecciati tra loro                                                                                                                                                              | <i>Nemalion helminthoides</i>      |
| 69 | Tallo pseudoparenchimatoso, costituito (in sezione trasversale) da un cortex compatto e da una medulla formata o da filamenti cellulari laschi o da cellule tra loro compatte                                                                                                               | 70                                 |
| 70 | Tallo costituito da assi a sezione piena compatta che portano alla sommità "ciuffi" di rami cavi, fusiformi e provvisti di evidenti strozzature                                                                                                                                             | <i>Gastroclonium clavatum</i>      |

|    |                                                                                                                                                                                             |                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 70 | Tallo mai come sopra .....                                                                                                                                                                  | 71                                         |
| 71 | Tallo costituito da una medulla di filamenti cellulari laschi .....                                                                                                                         | 72                                         |
| 72 | Tallo cilindrico o leggermente compresso, irregolarmente ramificato con rami filiformi, generalmente arcuati e decumbenti. .... <i>Chondracanthus acicularis</i>                            |                                            |
| 72 | Tallo con asse fortemente appiattito che porta ramuli appiattiti distici o alterni; presenza di numerose proliferazioni .....                                                               | <i>Grateloupia filicina</i>                |
| 71 | Tallo costituito da una medulla formata da cellule tra loro compatte .....                                                                                                                  | 73                                         |
| 73 | Apice acuto o arrotondato; assenza di una fossetta apicale, la cellula apicale è visibile in visione superficiale; in sezione trasversale presenza di una cellula centrale assiale .....    | 74                                         |
| 74 | Cellula apicale tagliata obliquamente. ....                                                                                                                                                 | 75                                         |
| 75 | Filamento centrale circondato da cellule di diametro più piccolo di quello della cellula assiale; asse principale subcilindrico .....                                                       | <i>Caulacanthus ustulatus</i>              |
| 75 | Filamento centrale circondato da cellule di diametro uguale o maggiore di quello della cellula assiale; asse principale cilindrico .....                                                    | 76                                         |
| 76 | Talli che formano ciuffi alti fino a 15 cm, con assi e rami spesso ripiegati ad uncino e ramuli spiniformi .....                                                                            | <i>Hypnea musciformis</i>                  |
| 76 | Talli, alti fino a 3 cm aggroviati, con assi e rami anastomosati tra loro; assenza di terminazioni ad uncino .....                                                                          | <i>Hypnea farnariana</i>                   |
| 74 | Cellula apicale tagliata trasversalmente .....                                                                                                                                              | 77                                         |
| 77 | Tallo fissato mediante singoli rizoidi inseriti a "pettine" .....                                                                                                                           | 78                                         |
| 78 | Tallo cespitoso, o con un limitato sistema prostrato, costituito da filamenti eretti robusti (250-300 µm), con ramificazione abbondante in tutto i sensi. .... <i>Gelidiella nigrescens</i> |                                            |
| 78 | Tallo costituito da uno sviluppato sistema prostrato di assi cilindrici da cui si originano filamenti eretti esili, semplici o poco ramificati .....                                        | 79                                         |
| 79 | Stichidi terminali con disposizione ordinata delle tetraspore, 4 per ogni segmento fertile. .... <i>Gelidiella antipae</i>                                                                  |                                            |
| 79 | Stichidi terminali con disposizione disordinata delle tetraspore .....                                                                                                                      | 80                                         |
| 80 | Talli alti 1-2 cm; cellule corticali sempre ordinate in file longitudinali .....                                                                                                            | <i>Gelidiella lubrica</i>                  |
| 80 | Talli alti 2-3 mm; cellule corticali ordinate in file longitudinali solo nelle parti giovani del tallo .....                                                                                | <i>Gelidiella pannosa</i>                  |
| 77 | Tallo fissato mediante ciuffi di rizoidi .....                                                                                                                                              | 81                                         |
| 81 | Tallo fissato da ciuffi di rizoidi compatti .....                                                                                                                                           | <i>Pterocladia melanoidea</i>              |
| 81 | Tallo fissato da ciuffi di rizoidi frangiati come un pennello .....                                                                                                                         | 82                                         |
| 82 | Tallo costituito da uno sviluppato sistema prostrato di assi cilindrici dal quale si originano singoli assi eretti appiattiti, alti 2 mm, non ramificati .....                              | <i>Gelidium minusculum</i>                 |
| 82 | Tallo cespitoso o con un limitato sistema prostrato .....                                                                                                                                   | 83                                         |
| 83 | Rami appiattiti, a forma di pinnula, inseriti obliquamente. .... <i>Gelidium spinosum</i> v. <i>spinosum</i>                                                                                |                                            |
| 83 | Rami cilindrici (filiformi o affusolati) .....                                                                                                                                              | 84                                         |
| 84 | Rami fusiformi scarsamente ed irregolarmente ramificati. .... <i>Gelidium crinale</i>                                                                                                       |                                            |
| 84 | Rami semplici affusolati, disposti tutt'intorno all'asse .....                                                                                                                              | <i>Gelidium spinosum</i> v. <i>hystrix</i> |
| 73 | Apice tronco; la cellula apicale (situata all'interno di una fossetta apicale) non è visibile in visione superficiale; in sezione trasversale assenza di una cellula centrale assiale ..... | 85                                         |
| 85 | Talli compressi o parzialmente compressi. ....                                                                                                                                              | 86                                         |
| 86 | Assi compressi, con rami distici e corti ramuli cilindrici che si originano da una ampia crosta basale .....                                                                                | <i>Osmundea verlaquei</i>                  |
| 86 | Assi compressi, ramificati fino al 4-5 ordine in modo alterno o subopposto, che si originano da un disco basale .....                                                                       | <i>Osmundea truncata</i>                   |
| 85 | Talli cilindrici .....                                                                                                                                                                      | 87                                         |
| 87 | Talli non cartilaginei, con assi portanti lunghi rami irregolarmente disposti. ... <i>Laurencia glandulifera</i>                                                                            |                                            |
| 87 | Talli cartilaginei, con assi ricoperti completamente da verticilli di corti rami .....                                                                                                      | 88                                         |

- 88 Talli cartilaginei, fissati al substrato mediante un disco di adesione e rami stoloniferi . . . . . *Chondrophycus papillosus*
- 88 Talli fortemente cartilaginei e robusti, fissati al substrato mediante una crosta basale. . . . . *Chondrophycus tenerrimus*

S. BAVA, L. MANGIALAJO, M. CHIANTORE, R. CATTANEO-VIETTI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università degli Studi di Genova,  
C.so Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

## VARIABILITÀ STRUTTURALE NELLE COMUNITÀ DI SUBSTRATO DURO DELL'AMP PORTOFINO

### *STRUCTURAL VARIABILITY IN THE HARD BOTTOM ASSEMBLAGES OF THE PORTOFINO MPA*

#### **Abstract**

*The structure of Portofino MPA benthic communities is still scarcely known. The results of the monitoring, in the framework of the Afrodite project (I.C.R.A.M.-Co.N.I.S.Ma.), are reported in the present study. Non-destructive photographic sampling was carried out, for two year, in three sites at three different depths, four times a year. Results suggest that variability in the structure of communities is mostly affected by depth; assemblages resulted to be homogeneous. Shallow communities show high temporal variability, linked to the presence of seasonal photophilous algae. Invertebrates are more abundant in deeper communities where temporal variability seems to be mostly dependent on sedimentation phenomena.*

**Key-words:** *benthos, hard bottom, structural variability, Marine Parks, Ligurian Sea.*

#### **Introduzione**

L'esigenza di protezione dei fondali antistanti il Promontorio di Portofino emerge già nel 1973 con la presentazione di una richiesta per l'istituzione di una zona di tutela biologica ai sensi dell'art. 98 del D.P.R. del 2 ottobre 1968 (Sarà e Tortonese, 1974). Solo 25 anni dopo, con il decreto del 6 giugno 1998, successivamente sostituito integralmente con il decreto del 26 aprile 1999, viene istituita l'Area Marina Protetta (AMP) Portofino. Essa si sviluppa attorno al Promontorio di Portofino e comprende i Comuni di Camogli, Portofino e S. Margherita Ligure.

I fondali antistanti il Promontorio di Portofino, caratterizzati da una ricchezza biologica unica in quest'area, sono da oltre 40 anni oggetto di un'intensa attività di ricerca: sono stati effettuati numerosi studi sistematici ed ecologici su diversi gruppi tassonomici, quali le macroalghe (Mangialajo *et al.*, 2004), i Poriferi (Sarà, 1964; 1966; Sarà *et al.*, 1978), i Briozoi (Pisano e Balduzzi, 1985), gli Cnidari (Rossi, 1949), gli Idrozoi (Boero, 1982) ed i Gorgonacei (Rossi, 1959), con particolare interesse per la specie di importanza commerciale *Corallium rubrum* (Marchetti, 1965; Cattaneo-Vietti *et al.*, 1989) e per il madreporario *Leptopsammia pruvoti* (Rossi, 1957; Pronzato *et al.*, 1994). Morri *et al.* (1986) hanno realizzato il profilo ecotipologico ed hanno proposto una carta bionomica dei fondali compresi tra Punta Chiappa e Sestri Levante; Diviacco *et al.* (2004), hanno realizzato una carta bionomica, in scala 1:10.000, dei fondali dell'AMP. Ciononostante, la letteratura riguardante tale area è carente per quel che riguarda studi approfonditi a livello di struttura delle comunità bentoniche nel loro insieme.

Il Progetto Afrodite (I.C.R.A.M.-Co.N.I.S.Ma.) si propone di creare un punto zero delle conoscenze nelle Aree Marine Protette esistenti in Italia al 2001, mettendo in evidenza differenze biogeografiche, procedendo ad una valutazione del

cosiddetto “effetto protezione” (Underwood, 1994; Garcia-Charton e Perez-Ruzafa, 1999; Fraschetti *et al.*, 2002; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2003) ed al monitoraggio delle zone di protezione integrale (Zona A). Nell’ambito di tale Progetto, negli ultimi tre anni sono stati svolti studi riguardanti il benthos sessile di substrato duro di tutte le AMP italiane tramite campionamenti non distruttivi su tre fasce batimetriche.

Il presente studio è stato realizzato nell’ottica di quantificare possibili differenze nella struttura dei popolamenti della zona A dell’AMP Portofino, sia lungo un gradiente di profondità, sia a livello la scala spaziale considerata. Sono di seguito riportati i risultati del monitoraggio del progetto Afrodite (relativi alla zona A) e dati provenienti da un’integrazione supplementare.

## Materiali e metodi

L’analisi della struttura dei popolamenti bentonici è stata effettuata in tre stazioni (A, B, C) scelte in modo casuale ad una distanza reciproca dell’ordine delle decine di metri, all’interno della zona A dell’AMP Portofino. In ogni stazione, a tre diverse profondità (superficiale: 5 m, intermedia: 15 m e profonda: 30 m) ed in sette date, sono state effettuate 10 repliche fotografiche in pareti verticali-subverticali, con un apparecchio tipo Nikonos V, corredato di obiettivo 28 mm e sistema macro (*frame* 16×23 cm). Sono stati pertanto complessivamente raccolte 630 unità di campionamento. Il metodo fotografico è stato scelto in quanto non distruttivo ed in grado di fornire un’unità di campionamento oggettiva (la diapositiva), che può essere analizzata da ricercatori diversi ed essere rivista in caso di necessità.

I campionamenti sono stati condotti da aprile 2002 a gennaio 2004; i campionamenti sono stati effettuati in 7 date in modo casuale, non troppo ravvicinate fra loro (18 aprile 2002; 15 settembre 2002; 7 gennaio 2003; 1 maggio 2003; 5 agosto 2003; 1 ottobre 2003; 20 gennaio 2004). Il modello completo di questo esperimento, che si propone di studiare le fonti di variabilità nei popolamenti bentonici nell’AMP Portofino, è costituito da tre fattori ortogonali fra loro: Data (casuale, 7 livelli), Profondità (fisso, 3 livelli) e Stazione (casuale, 3 livelli).

Per ovviare a possibili difficoltà di identificazione tassonomica, si è provveduto, in concomitanza con il campionamento fotografico, al prelievo puntuale degli organismi di dubbia determinazione.

Le diapositive sono state analizzate allo stereomicroscopio, effettuando il riconoscimento al più elevato livello sistematico possibile; gli organismi la cui identificazione tramite immagine è rimasta dubbia sono stati raggruppati in Unità Tassonomiche Operative (OTU), come da protocollo Afrodite; tra le più frequentemente utilizzate citiamo: corallinace articolate (AC: Articulated Corallinaceans), alghe rosse e brune filamentose (DFA: Dark Filamentous Algae), briozoi incrostanti (EB: Encrusting Bryozoans), rodoficee calcificate incrostanti (ECR: Encrusting Calcified Rodophytes), alghe verdi filamentose (GFA: Green Filamentous Algae), briozoi ramificati esili (TRB: Thin Ramified Bryozoans), alghe tubulari o laminari (TTS: Thin Tubular Sheet-like).

Per ogni *taxon* è stata stimata la superficie percentuale di ricoprimento del substrato, attraverso l’utilizzo di un rettangolo suddiviso in 24 sub-aree (Dethier *et al.*, 1993).

I dati sono stati analizzati tramite tecniche di analisi statistica multivariata (MDS: ordinamento multi-dimensionale; ANOSIM: analisi delle similarità e SIMPER: percentuali di similarità) e univariata (ANOVA analisi della varianza).

## Risultati

In Fig. 1 è riportato l'MDS dei centroidi delle stazioni in funzione delle profondità e delle date di campionamento: i popolamenti di profondità (30 m), in tutti le stazioni, tendono a separarsi in modo netto da quelli più superficiali. L'ANOSIM a due vie (profondità e data, fattori ortogonali) evidenzia differenze significative tra le comunità indagate in funzione della profondità; i confronti a posteriori mettono in luce che i popolamenti più profondi (30 m) sono quelli che maggiormente si differenziano dagli altri (5, 15 m) (Tab. 1). Ad un livello di dissimilarità inferiore si osservano anche differenze legate alle date di campionamento.

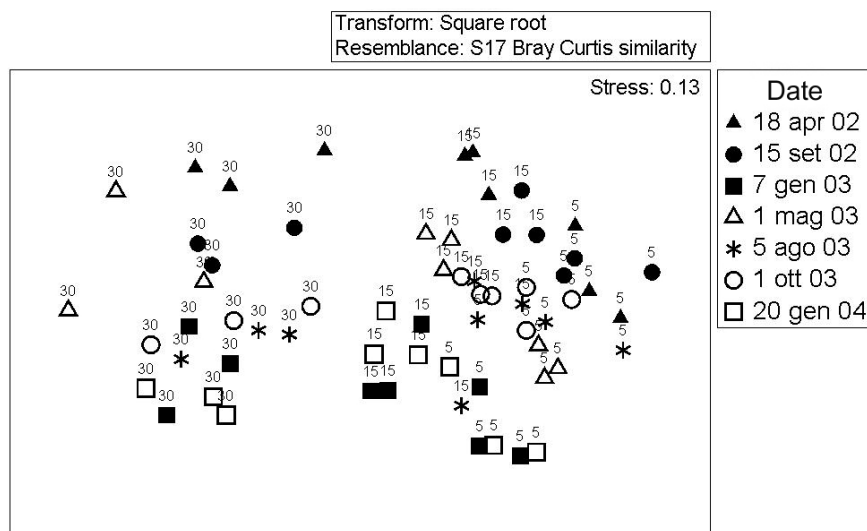


Fig. 1 - Rappresentazione bidimensionale (MDS) dei centroidi delle stazioni in funzione delle profondità (5, 15, 30 m) e delle date di campionamento.

*Bi-dimensional representation (MDS) of stations centroids in function of depth (5, 15, 30 m) and of date of sampling.*

Tab. 1 - ANOSIM a due vie, fattori ortogonali.

*Two ways ANOSIM, orthogonal factors.*

| ANOSIM, 2 vie ortogonale. |        | Global R | Sign. Lev. of Sample Stat. |
|---------------------------|--------|----------|----------------------------|
| Fattore Data              |        | 0.471    | 0.1%                       |
| Fattore Profondità        |        | 0.633    | 0.1%                       |
| Confronti a posteriori.   | 5, 15  | 0.420    | 0.1%                       |
|                           | 5, 30  | 0.862    | 0.1%                       |
|                           | 15, 30 | 0.726    | 0.1%                       |



In totale, nelle 7 date di campionamento e nelle tre stazioni studiate sono stati rinvenuti 153 *taxa*. Il numero medio di *taxa* censiti ad ogni profondità non presenta differenze significative: a 5 m sono stati censiti in media  $12,9 \pm 3,5$  *taxa*; a 15 m ne sono stati censiti  $13,8 \pm 4,3$  ed a 30 m  $14,3 \pm 3,5$ .

L'ANOVA condotta sul modello completo per quel che riguarda la ricchezza di Margalef (d) e la diversità di Shannon-Weaver (H') è riportata in Tab. 2. Per entrambi gli indici l'interazione tra i tre fattori considerati (TeXPrXSi) è risultata significativa. I test a posteriori (test SNK) non hanno evidenziato andamenti consistenti nel tempo in accordo con il gradiente di profondità, né per quel che riguarda la ricchezza di Margalef (d) né per quel che riguarda la diversità di Shannon (H'). In particolare in gennaio 2002 e 2003 non sono state riscontrate differenze significative per i due indici in nessuna stazione, mentre emerge un leggero gradiente di diversità che aumenta con la profondità in aprile 2002 (1 stazione), settembre 2002 (3 stazioni), maggio 2003 (d: 1 stazione; H': 2 stazioni) ed agosto 2003 (2 stazioni), in accordo con i risultati dell'ANOSIM. La variabilità temporale risulta essere alta, mentre quella spaziale risulta bassa alla scala considerata (sono state riscontrate differenze significative tra stazioni solo in aprile 2002, a 5 m e 30 m ed in agosto 2003 a 15 m per d ed H'; la diversità di Shannon-Weaver risulta significativamente diversa nelle tre stazioni anche in gennaio 2002 ed in maggio 2003 a 15 m, in agosto 2003 a 5 m e 30 m ed in ottobre 2003 a 30 m).

Tab. 2 - Analisi della varianza (ANOVA) sugli indici di diversità (d, ricchezza di Margalef; H', diversità di Shannon-Weaver).

*Analysis of variance (ANOVA) on diversity indexes (d, Margalef richness; H', Shannon Weaver diversity).*

| ANOVA a 3 vie |     | d – ricch. Margalef                        |       |               | H' – div. ShannonWeaver                    |      |               |               |
|---------------|-----|--------------------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|------|---------------|---------------|
| Fonte         | DF  | SS                                         | F     | P             | SS                                         | F    | P             | denom. F      |
| Te            | 6   | 116.3042                                   | 11.21 | 0.0003        | 15.2678                                    | 7.40 | 0.0017        | TeXSt         |
| Pr            | 2   | 9.2156                                     | -     | -             | 1.5418                                     | -    | -             | nessun denom. |
| St            | 2   | 13.3825                                    | 3.87  | 0.0505        | 1.7044                                     | 2.48 | 0.1255        | TeXSt         |
| TeXPr         | 12  | 53.4552                                    | 7.95  | 0.0000        | 6.9034                                     | 5.11 | 0.0003        | TiXPrXSt      |
| TeXSt         | 12  | 20.7585                                    | 4.93  | 0.0000        | 4.1248                                     | 5.46 | 0.0000        | RES           |
| PrXSt         | 4   | 5.1473                                     | 2.30  | 0.0885        | 1.0022                                     | 2.23 | 0.0962        | TeXPrXSt      |
| TeXPrXSt      | 24  | 13.4495                                    | 1.60  | <b>0.0367</b> | 2.6998                                     | 1.79 | <b>0.0128</b> | RES           |
| RES           | 504 | 176.7352                                   |       |               | 31.7395                                    |      |               |               |
| TOT           | 566 | 408.4480                                   |       |               | 64.9837                                    |      |               |               |
|               |     | Cochran's test: n.s.; dati non trasformati |       |               | Cochran's test: n.s.; dati non trasformati |      |               |               |

### *Fascia batimetrica superficiale (5 m)*

L'ambiente superficiale è contraddistinto dalle alghe fotofile che dominano sugli organismi sessili animali. In Fig. 2 sono rappresentati alcuni istogrammi rappresentativi dei popolamenti superficiali (5 m), raffiguranti la percentuale di ricoprimento del substrato dei principali *taxa* in aprile 2002, in settembre 2002 ed in gennaio 2004.

In tutte le date di campionamento, l'OTU "feltro algale" è una componente importante nella percentuale di ricoprimento del substrato. Sebbene il protocollo di cam-

pionamento non permetta di testare ipotesi relative alla naturale variabilità stagionale dei popolamenti, sono state riscontrate delle similitudini fra le date di campionamento effettuate nello stesso periodo nei due anni studiati: nelle due date primaverili (aprile 02 e maggio 2003) le dictiotali (OTU composta da *Dictyota* spp., *Dictyopteris polypodioides*, *Taonia atomaria*; *Padina pavonica* esclusa in quanto facilmente riconoscibile nelle diapositive) assumono un ruolo dominante. Nelle due date di campionamento effettuate in autunno (settembre 2002 ed ottobre 2003) diventano dominanti le corallinacee articolate (AC), composte principalmente da *Jania* spp., *Haliptilon virgatum* ed *Amphiroa* spp.; *Corallina elongata* è stata esclusa da questa OTU. Nelle date invernali, si ha una diminuzione nel ricoprimento del substrato da parte delle alghe a ciclo più o meno stagionale, ed emergono gli organismi perenni, in particolare *Peyssonnelia* spp., *Corallina elongata*, corallinacee incrostanti e *taxa* animali (idrozoï, serpulidi).

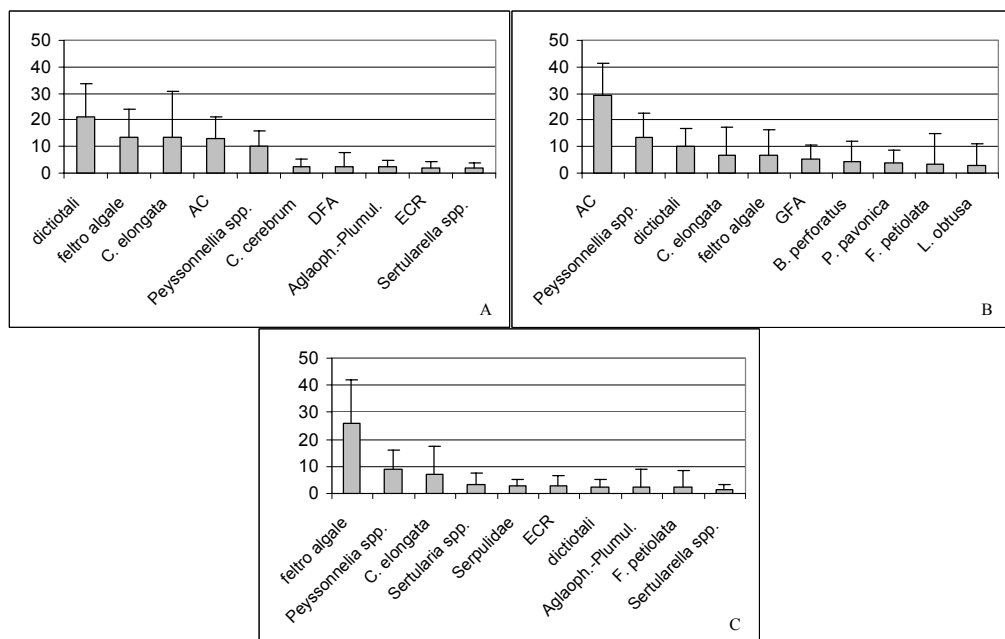


Fig. 2 - Istogrammi della percentuale di ricoprimento del substrato dei principali *taxa* a 5 m. A: aprile 2002; B: settembre 2002; C: gennaio 2004.

Histograms representing the percent cover of main *taxa* at 5 m; A: April 2002; B: September 2002; C: January 2003.

L'MDS mostra una separazione della nuvola dei punti relativi alle due date di campionamento invernali (gennaio 2003 e gennaio 2004) rispetto alle rimanenti date (Fig. 3). L'ANOSIM conferma questo risultato, mettendo in evidenza differenze significative fra le date ( $R=0.52$ ; S.L. 0.1%) (Tab. 3).

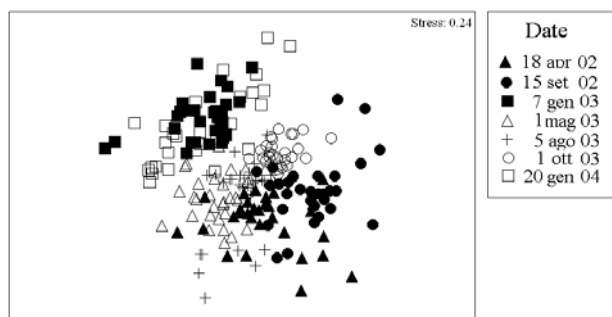


Fig. 3 - MDS dei campioni superficiali (5 m).  
MDS of superficial samples (5 m).

Tab. 3 - ANOSIM a una via.  
One-way ANOSIM.

| 5 m (7 date, 3 stazioni) |               |
|--------------------------|---------------|
| ANOSIM 1 via             | Fattore: Data |
| Global R                 | 0,52          |
| P                        | 0,1 %         |

### Fascia batimetrica intermedia (15 m)

La struttura dei popolamenti della profondità intermedia non differisce particolarmente da quella dei popolamenti più superficiali. Tre istogrammi rappresentativi sono riportati in Fig. 4.

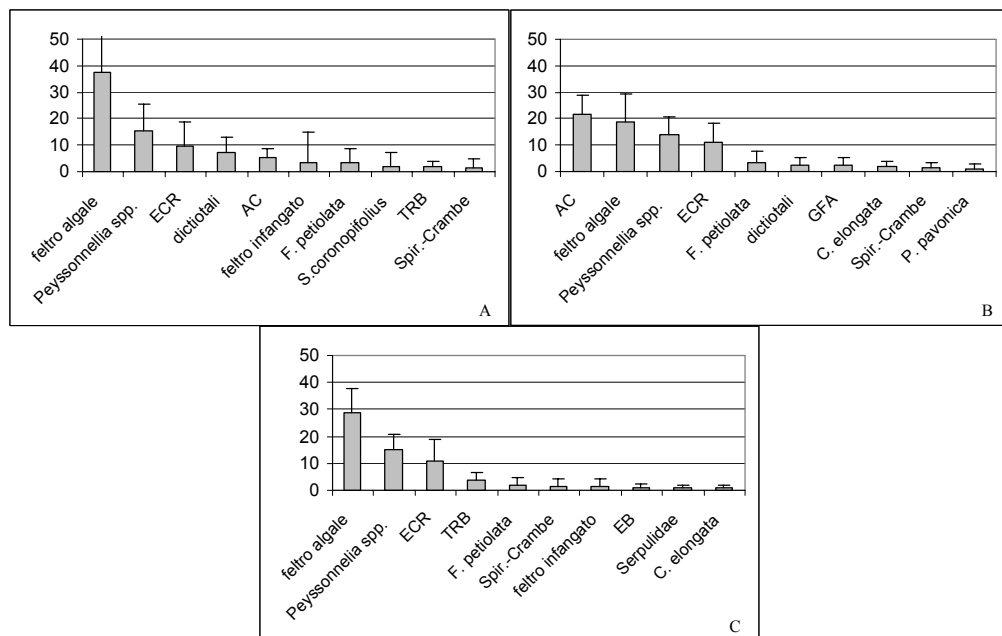
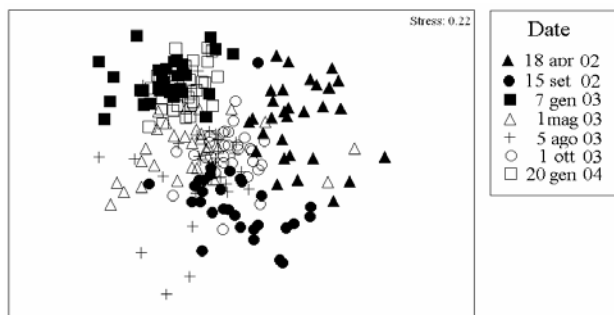


Fig. 4 - Istogrammi della percentuale di ricoprimento del substrato dei principali taxa a 15 m; A: maggio 2003; B: ottobre 2003; C: gennaio 2004.

Histograms representing the percent cover of main taxa at 15 m; A: May 2003; B: October 2003; C: January 2004.

Il feltro algale è la componente principale nella maggioranza delle date di campionamento; le dictiotali sono meno abbondanti rispetto alla fascia batimetrica più superficiale e vengono sostituite da specie appartenenti al genere *Peyssonnelia* e da corallinacee incrostanti nei campionamenti effettuati in aprile 2002 ed in maggio 2003. Le corallinacee articolate sono dominanti nei campionamenti di settembre 2002 e di ottobre 2003, mentre i campionamenti effettuati in gennaio 2003 e 2004 sono caratterizzati da *Peyssonnelia* spp., da corallinacee incrostanti e da un'importante componente animale (principalmente briozoi e poriferi).

La rappresentazione bidimensionale di tutte le unità di campionamento (MDS, Fig. 5) mostra una nuvola di punti ravvicinati fra loro e distanziati dagli altri, che corrisponde ai campionamenti effettuati in gennaio 2003 e 2004. L'ANOSIM conferma questo risultato, evidenziando differenze significative fra le date ( $R=0.48$ ; S.L. 0.1%) (Tab. 4).



Tab. 4 - ANOSIM a una via.  
One-way ANOSIM.

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| 15 m (7 date, 3 stazioni) |               |
| ANOSIM 1 via              | Fattore: Data |
| Global R                  | 0,484         |
| P                         | 0,1 %         |

Fig. 5 - MDS dei campioni intermedi (15 m).

MDS of intermediate samples (15 m).

### Fascia batimetrica profonda (30 m)

La componente vegetale dei popolamenti bentonici della fascia batimetrica profonda è rappresentata principalmente da feltro algale, da specie appartenenti al genere *Peyssonnelia* e da corallinacee incrostanti; quest'ultima OTU racchiude diverse specie: a Cala dell'Oro nel coralligeno, la specie più comune è *Lithophyllum stictaeforme*. La componente animale, pur non essendo dominante, riveste un ruolo significativo, specialmente nei campionamenti effettuati in gennaio 2003 e 2004. Fra i taxa animali più abbondanti citiamo gli antozoi *Leptopsammia pruvoti*, *Paramuricea clavata*, *Corallium rubrum*, poriferi e briozoi (Fig. 6).

L'MDS dei campioni della fascia batimetrica più profonda mostra un minor raggruppamento dei popolamenti in funzione delle date di campionamento (ANOSIM:  $R=0.411$ , Tab. 5): tendono a separarsi unicamente parte dei campioni di aprile 2002 e di maggio 2003 (Fig. 7).

Dal SIMPER emerge che tali unità di campionamento si differenziano da quelle delle altre date principalmente per un maggior infangamento (feltro infangato presente solo in queste due date: in aprile 2002 ricopre il  $7,8 \pm 9,0\%$  ed in maggio 2003 il  $19,9 \pm 15,4\%$ ).

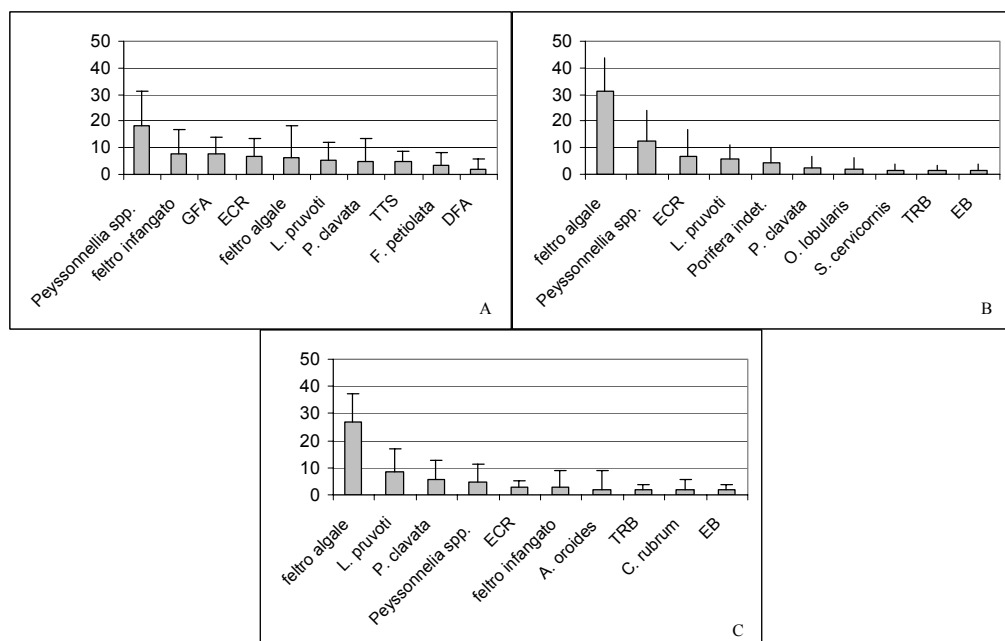


Fig. 6 - Istogrammi della percentuale di ricoprimento del substrato dei principali *taxa* a 30 m; A: aprile 2002; B: ottobre 2003; C: gennaio 2004.

*Histograms representing the percent cover of main taxa at 30 m; A: april 2002; B: october 2003; C: january 2004.*

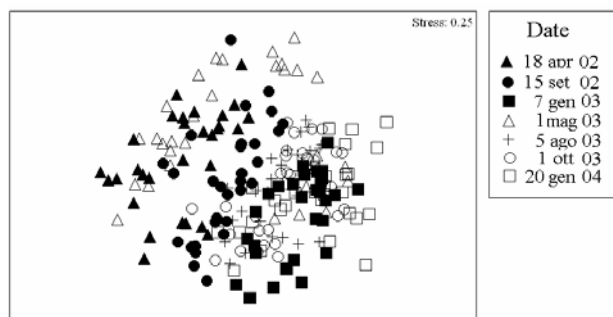


Fig. 7 - MDS delle unità di campionamento profonde (30 m).  
*MDS of deep samples (30 m).*

Tab. 5 - ANOSIM a una via.

*One-way ANOSIM.*

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| 30 m (7 date, 3 stazioni) |               |
| ANOSIM 1 via              | Fattore: Data |
| Global R                  | 0,411         |
| P                         | 0,1 %         |

## Conclusioni

La variabilità nella struttura delle comunità bentoniche di substrato duro nella Zona A dell'Area Marina Protetta Portofino presenta una marcata differenziazione lungo il gradiente batimetrico; tutti i popolamenti considerati sono soggetti ad un'alta variabilità temporale. Infatti le tre profondità indagate risultano essere

strutturalmente diverse fra loro; in particolare la fascia profonda (30 m) si separa nettamente dalle altre due (5 e 15 m). La struttura dei popolamenti risulta invece omogenea nell'area studiata: alla scala delle decine di metri, adottata nella scelta delle tre stazioni, non emergono differenze significative fra le tre stazioni indagate.

Alla batimetria più superficiale (5 m) domina la componente algale fotofila: la variabilità temporale della struttura dei popolamenti è legata a specie aventi cicli stagionali marcati. Alla profondità intermedia l'andamento è molto simile, ma la composizione dei popolamenti varia a favore di *taxa* algali maggiormente sciafili. Anche a 30 m domina la componente algale, con una netta dominanza di alghe sciafile. Qui la variabilità temporale, peraltro meno marcata, è principalmente legata all'aumento dei processi di sedimentazione che si verifica generalmente in primavera, per effetto delle più intense precipitazioni piovose (Bavestrello *et al.*, 1995). Tali fenomeni di infangamento non determinano conseguenze a lungo termine sui popolamenti indagati, ovvero non causano modificazioni permanenti nella struttura della comunità, che si ripropone inalterata nel tempo, nelle date di campionamento successive.

### Summary

The Portofino Promontory hard bottoms are unique to the Ligurian Sea area and are characterised by high biological richness. Consequently, since the beginning of the 20<sup>th</sup> century this area was object of intense scientific research. Yet, thorough studies concerning the description of the structure of benthic communities on the whole are lacking. An opportunity to develop such community studies was given by the Afrodite project (I.C.R.A.M.-Co.N.I.S.Ma.), conceived with the aim of creating a starting point of the knowledge of Marine Protected Areas existing in 2001 in Italy, underlying biogeographic differences, evaluating the potential "protection effect" and monitoring the no take-no entry zones (A zones). In the present study the results of the Portofino A zone monitoring are reported, with other supplementary data. Photographic sampling was carried out in three stations (tens of meters apart) at three different depth (5, 15, 30 m) in 7 date in two years.

The variability in the structure of benthic hard bottom communities in the A zone in the Portofino MPA is mostly affected by depth, but differences in the temporal scale are also detected. Structure of communities resulted to be homogeneous in the studied area (tens of meters). Communities at 5 and 15 m depth are characterised by photophilous algae; their temporal variability is strongly dependent on the presence of taxa showing markedly seasonal life cycles. Deeper communities (30 m) are characterised by sciaphilic algae and a higher presence of invertebrates. Herein, temporal variability seems to be mostly dependent on sedimentation phenomena, probably linked to higher precipitation, generally occurring in spring in this area.

### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano: Andrea Balduzzi, Giorgio Bavestrello, Barbara Calcinai, Carlo Cerrano, Maurizio Pansini e Stefania Puce per la collaborazione nell'identificazione sistematica; Annalisa Figari e Valentina Biedi per la collaborazione nell'analisi delle diapositive.

### Bibliografia

- BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., DANOVARO R., FABIANO M. (1995) – Annual sedimentation rates and role of the resuspension process along a vertical cliff (Ligurian Sea, Italy). *Journal of Coastal Research*, **11** (3): 690-696.
- BENEDETTI-CECCHI L., BERTOCCI I., MICHELI F., MAGGI E., FOSELLA T., VASELLI S. (2003) - Implications of spatial heterogeneity for management of marine protected areas (MPAs): examples from assemblages of rocky coasts in the Northwest Mediterranean. *Marine Environmental Research*, **55**: 429-458.

- BOERO F. (1982) - Osservazioni ecologiche sugli Idroidi del sistema fitale del Promontorio di Portofino (Genova, Italia). *Natur. Sicil.*, **3** (Suppl.): 541-545.
- CATTANEO-VIETTI R., BARBIERI M., BAVESTRELLO G., SENES L. (1989) - Analisi quantitativa di una facies a *Corallium rubrum* nel Mar Ligure. *Nova Thalassia*, **10** (1): 575-578.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TEAR L.M. (1993) - Visual versus random point percent cover estimations: objective is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.
- DIVIACCO G., TUNESI L., BIANCHI C.N., MORRI C., CATTANEO-VIETTI R. (2004) - *Carta dei principali popolamenti bentonici*. Ed. Area Marina Protetta Portofino, Recco.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., MICHELI F., BENEDETTI-CECCHI L., BOERO F. (2002) - Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea: objectives, effectiveness and monitoring. *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, **23** (1): 190-200.
- GARCIA-CHARTON J.A., PEREZ-RUZAF A. (1999) - Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fisheries Research*, **42**: 1-20.
- MANGIALAJO L., BARBERIS G., CATTANEO-VIETTI R. (2004) - Contributo alla conoscenza della biodiversità macroalgale delle Aree Marine Protette Liguri. *Inf. Bot. Ital.*, **36** (2): 550-553.
- MARCHETTI R. (1965) - Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. *Estratto dai Rendiconti, Classe di Scienze (B)*, **99**: 279-316.
- MORRI C., BIANCHI C.N., DAMIANI V., PEIRANO A., ROMEO G., TUNESI L. (1986) - L'ambiente marino tra Punta della Chiappa e Sestri Levante (Mar Ligure): profilo ecotipologico e proposta di carta bionomica. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 213-231.
- PISANO E., BALDUZZI A. (1985) - Bryozoan colonisation along an infralittoral cliff in the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean). *Bryozoa: Ordovician to recent*, edited by Claus Nielsen & Gilbert P. Larwood Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark: 245-256.
- PRONZATO R., MANCONI R., BAVESTRELLO G., PARODI R. (1994) - Struttura e dinamica di una popolazione di *Leptopsammia pruvoti* (Cnidaria, Madreporaria) del Promontorio di Portofino. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 367-368.
- ROSSI L. (1949) - Celenterati del Golfo di Rapallo (Riviera ligure). *Boll. Ist. Mus. Zool. Univ. Torino*, **2** (4): 1-43.
- ROSSI L. (1957) - Revisione critica dei Madreporari del Mar Ligure. *Doriana, Ann. Mus. Civ. St. Nat. "G. Doria" Genova*, **66**: 1-19.
- ROSSI L. (1959) - Le specie di *Eunicella* (Gorgonaria) del Golfo di Genova. *Doriana, Ann. Mus. Civ. St. Nat. "G. Doria" Genova*, **71**: 203-225.
- SARÀ M. (1964) - Distribuzione ed ecologia dei Poriferi in acque superficiali della Riviera ligure di levante. *Estratto dall'Archivio Zoologico Italiano*, **49**: 181-248.
- SARÀ M. (1966) - Studio qualitativo della distribuzione dei Poriferi in ambienti superficiali della Riviera Ligure di Levante. *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, **14** (3): 365-386.
- SARÀ M., TORTONESE E. (1974) - Per un parco subacqueo presso il Promontorio di Portofino. Atti Convegno: *Il Monte di Portofino, una presa di coscienza ed un fermo impegno per il suo futuro*. Amministrazione Prov. Genova: 61-71.
- SARÀ M., BALDUZZI A., BOERO F., PANSINI M., PESSANI D., PRONZATO R. (1978) - Analisi di un popolamento bentonico di falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **46**: 119-137.
- UNDERWOOD A.J. (1994) - On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecol. Appl.*, **4**: 3-15.



A. BERGAMASCO, F. DECEMBRINI, F. AZZARO, L. GUGLIELMO\*, E. CRISAFI

CNR-IAMC Sezione di Messina, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.  
alessandro.bergamasco@iamc.cnr.it

\*DBAEM, Università di Messina, Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE NELL'AMP "ISOLE CICLOPI" (COSTA IONICA SICILIANA) E RELAZIONI CON LA BIODIVERSITÀ DEL COMPARTO PLANCTONICO

### *HYDROLOGICAL FEATURES IN THE MPA "CICLOPI ISLANDS" (IONIAN SICILY) AND LINKS WITH PLANKTONIC BIODIVERSITY*

#### **Abstract**

*In the frame of the Project Cluster 10 Sistemi Avanzati di Monitoraggio (SAM) funded by the Italian Ministry of Research a characterization of the hydrological and chemico-physical features of the Marine Protected Area "Isole Ciclopi" (Ionian Sicily) has been performed during 2003. Monthly samplings included the study of phyto- and zooplanktonic communities.*

*The water column showed periodic influences of the waters generated in the Straits of Messina, which in summer are able to sustain phytoplanktonic production. During fall and winter, the vertical mixing brings Ionian deeper waters near the coast. Planktonic communities richness and dominance reflect these lateral and vertical links between coastal and pelagic systems.*

**Key-words:** hydrology, plankton, biodiversity.

#### **Introduzione**

Le Aree Marine Protette sono state istituite per la salvaguardia e la protezione di tratti di mare con particolare interesse naturalistico e paesaggistico. Molto spesso però si trascura di intraprendere, soprattutto laddove più scarsa e frammentaria è la conoscenza di base, attività volte alla comprensione dell'effettivo ruolo ecologico in rapporto alle aree circostanti. L'inquadramento idrografico generale a mesoscala e le condizioni locali risultano quindi di fondamentale importanza per pianificare tutte le azioni necessarie alla salvaguardia e protezione di queste aree.

In quest'ottica è stata intrapresa, nell'ambito del Programma Cluster 10 - Sistemi Avanzati di Monitoraggio (SAM) finanziato dal MIUR, un'attività che integra quelle svolte istituzionalmente nell'ambito dei programmi regionali di monitoraggio costiero. L'obiettivo del lavoro è quello d'implementare quel contesto con informazioni relative alle caratteristiche chimico fisiche e biologiche lungo la colonna d'acqua al margine dell'influsso costiero, per meglio definire e valorizzare il pregio di queste aree.

Precedenti ricerche sull'idrodinamica a mesoscala indicano sia la presenza di una corrente stazionaria diretta a sud lungo la costa ionica siciliana (0,4 m/s) sia la tendenza alla formazione di vortici ciclonici su piccola scala (Adragna e Salusti, 1990). Queste strutture risultano vincolate nella zona costiera in rapporto alla circolazione generale del Mar Ionio Occidentale e al particolare andamento morfobatimetrico, che presenta una piattaforma continentale ristretta e pendenze del fondale molto ripide. Le masse d'acqua presenti nell'area costiera (nei primi 100 m) mostrano uno strato superficiale (0-30 m) occupato dalla ISW (Ionian

Surface Water); al di sotto di essa si trova un'acqua caratterizzata da un minimo di salinità ( $\sim 38,45$ ) che si genera in prossimità dello stretto di Messina per mescolamento fra la Tyrrhenian Surface Water ( $\sigma \sim 27,9$ ) e la Levantine Intermediate Water ( $\sigma \sim 28,9$ ) e che fluisce verso sud (Bohm *et al.*, 1987).

Le informazioni relative alla componente planctonica di quest'area sono poche e frammentarie (Regione Siciliana, 1984-85). Gli unici studi che trattano in modo specifico dell'area riguardano la componente bentonica (Cantone *et al.*, 2003).

## Materiali e metodi

### Area di studio

L'area marina protetta "Isole Ciclopi", istituita nel 1989, ha una superficie di 623 ettari ed interessa l'area costiera del comune di Acicastello (CT). Si estende da Capo Molini a Nord sino alla Punta Aguzza a Sud per tutto il tratto di mare compreso fino all'isobata dei 100 metri (Fig. 1). La morfologia della riserva comprende un gruppo di faraglioni (Ciclopi, Lachea, Faraglione grande e piccolo) e una costa frastagliata, formatasi in seguito alle prime eruzioni vulcaniche (da cui l'Etna) e sollevamento bradisismico. I fondali marini ospitano una ricca flora costituita da diverse specie di alghe ed un'altrettanto ricca fauna ittica (Cantone *et al.*, 2003).

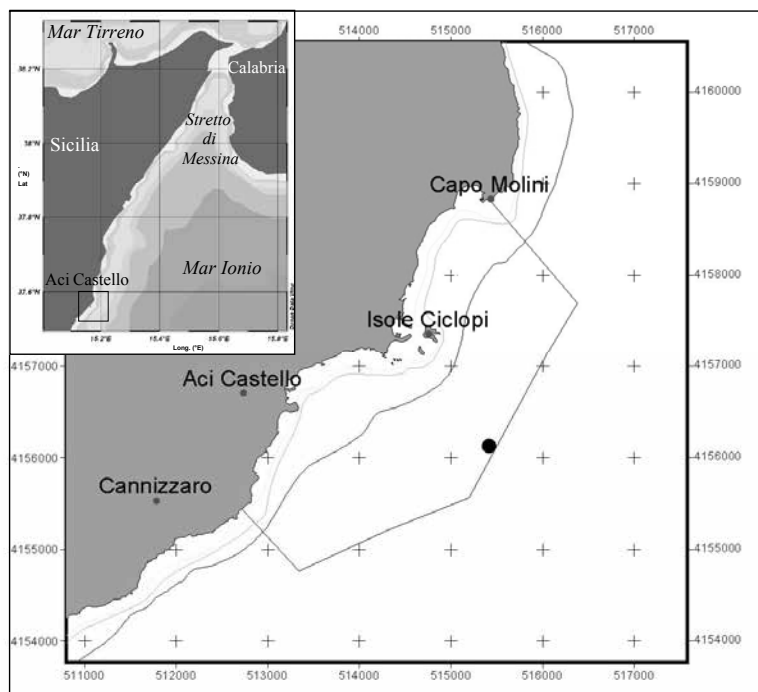


Fig. 1 - Localizzazione dell'area di studio e posizione della stazione di misura.

*The study area and the location of the sampling station.*

### Campionamento

Le misure sono state eseguite dal 27 marzo 2003 al 17 marzo 2004 con frequenza mensile in una stazione prossima al limite esterno dell'AMP "Isole Ciclopi" (Lat. 37°32,25' Long. 15°09,02'), in corrispondenza della batimetrica dei 100 m.

I profili CTD sono stati effettuati utilizzando un CTD (SEA BIRD 9/11plus) completo di sensori di temperatura, conducibilità, pressione, Beckman/YSI per la misura dell'ossigeno disciolto e fluorimetro Turner (SCUFA2) per la determinazione della fluorescenza da clorofilla *a*. Il campionamento (Niskin), è stato eseguito a tre profondità individuate in rapporto ai profili di fluorescenza interessando lo strato superficiale (10 m), quello contenente il massimo profondo di clorofilla *a* (DCM; 35-50 m) e quello sottostante (70 m).

L'analisi dei nutrienti è stata effettuata su campioni filtrati (Whatman GF/F) e congelati (-20 °C) per le analisi di laboratorio. Queste sono state effettuate utilizzando uno Spettrofotometro Varian (mod. Cary 50) secondo le metodiche riportate da Aminot e Chassepied, 1983 e Strickland e Parsons, 1972.

I campioni per la misura della clorofilla *a* attiva (Chl<sub>a</sub>) sono stati filtrati su filtri GF/F poi conservati a -20 °C. Le determinazioni analitiche dell'estratto acetico al 90% del materiale presente sui filtri sono state eseguite alle lunghezze d'onda di eccitazione e di emissione rispettivamente di 430 e 668 nm (Lazzara *et al.*, 1990) con uno spettrofluorimetro Varian (mod. Cary Eclipse). La curva di taratura è stata ottenuta per diluizioni successive di Chl<sub>a</sub> pura da *Anacistis nidulans* (Sigma).

I campioni per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono stati raccolti in bottiglie di vetro scuro da 250 ml e fissati in soluzione Lugol (2 ml in 250 ml). La sedimentazione è avvenuta in cilindri da 100 ml e l'analisi è stata eseguita per campi. Le analisi quali-quantitative sono state effettuate utilizzando un invertoscio Zeiss (200× o 400×).

Per la determinazione del microzooplancton, i campioni iniziali di 10 l sono stati filtrati su retino con maglia da 10 µm e ridotti ad un volume di 250 ml, quindi fissati in soluzione Lugol (5 ml in 250 ml) in bottiglie di vetro scuro. I conteggi e le determinazioni qualitative sono stati eseguiti su un subcampione utilizzando un microscopio invertito a contrasto di fase (Leica, DM, IRB) a 200× (Fonda Umani e Milani, 1990).

Il mesozooplancton è stato campionato con pescate verticali nello strato 80-0 m utilizzando un retino standard da plancton del tipo WP-2 (UNESCO, 1968) con apertura di bocca di 60 cm e vuoto di maglia di 200 µm munito di flussimetro. I campioni sono stati raccolti in bottiglie di plastica e fissati in formalina al 4% tamponata con tetraborato di sodio. La determinazione quali-quantitativa è stata effettuata per tutti i taxa presenti, mentre la diagnosi specifica è stata eseguita per i gruppi tassonomici dei Copepodi, dei Cladoceri e dei Chetognati. I conteggi e le determinazioni sono state eseguite utilizzando uno stereomicroscopio (Leica, Wild M-10) ad un ingrandimento di 100×.

### Risultati

La struttura termo-alina mostra un tipico andamento stagionale con i valori massimi di temperatura e salinità nei mesi estivi in superficie (27,84 °C e 38,94). Nello stesso periodo la temperatura decresce con la profondità raggiungendo il minimo di 14,93 °C al fondo; la salinità presenta un minimo di 38,45 alle quote

intermedie (30-60 m) seguito da un debole aumento verso il fondo (38,54). Nei mesi invernali i valori termo-alini misurati in superficie sono stati di 14,2 °C e di 38,67 in condizioni di omogeneità della colonna d'acqua (Galletta *et al.*, 2005). Le isopiche presentano un andamento influenzato principalmente dalla temperatura nei primi 30 m e dalla salinità a profondità superiori, evidenziando il pycnoclino estivo dai 20 ai 70 m con valori da 27,0  $\sigma_t$  a 28,5  $\sigma_t$  (Fig. 2).

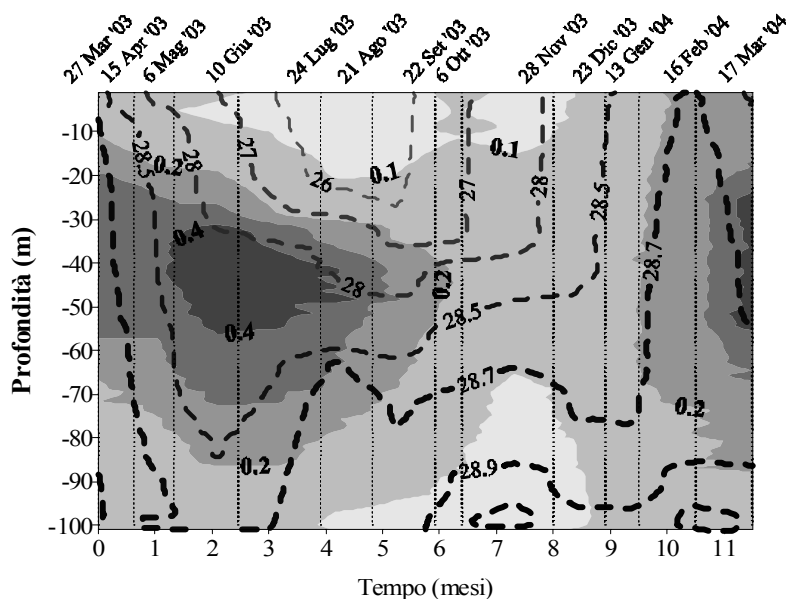


Fig. 2 - Andamento temporale della concentrazione di clorofilla *a* ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) e densità ( $\sigma_t$ ).

*Trends of chlorophyll-a concentration ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) and density ( $\sigma_t$ ).*

I nutrienti di azoto e fosforo misurati nel periodo di studio sono risultati quasi sempre elevati (Fig. 3), in particolare l'ammonio lungo la colonna d'acqua mostra concentrazioni prossime all'unità ( $0,83 \pm 0,66 \mu\text{M}$ ) ed incrementi nei mesi estivi (max  $3,35 \mu\text{M}$  in agosto a 50 m). La distribuzione media dei nitrati ( $2,76 \pm 1,45 \mu\text{M}$ ) ha evidenziato valori quasi sempre maggiori di  $3 \mu\text{M}$  alla quota più profonda, mentre negli strati superiori le concentrazioni più elevate sono state rilevate nei mesi invernali (max  $6,02 \mu\text{M}$  novembre 10 m). Gli ortofosfati hanno presentato concentrazioni maggiori a 10 m ( $0,35 \pm 0,26 \mu\text{M}$ ) dove, in agosto, si è osservato il valore massimo ( $0,99 \mu\text{M}$ ); a profondità maggiori le concentrazioni sono risultate omogenee ( $0,29 \pm 0,19 \mu\text{M}$ ) con incrementi nei mesi invernali (max  $0,76 \mu\text{M}$ , novembre 50 m).

Durante il ciclo stagionale la concentrazione media di clorofilla *a* ha presentato valori piuttosto bassi ( $0,20 \pm 0,10 \mu\text{g l}^{-1}$ ) con minimo in superficie ( $0,05 \mu\text{g l}^{-1}$ ) e massimo alla profondità di 40 m ( $0,45 \mu\text{g l}^{-1}$ ) entrambi nei mesi estivi (luglio). La distribuzione verticale della Chl*a* è caratterizzata da un massimo situato fra

35 e 50 m nel periodo primaverile-estivo (maggio-luglio) con valori elevati ( $> 0,4 \mu\text{g-Chla l}^{-1}$ ). Tale condizione si interrompe tra ottobre e gennaio, durante il quale i valori si attestano omogeneamente intorno a  $0,1 \mu\text{g-Chla l}^{-1}$  (Fig. 2).

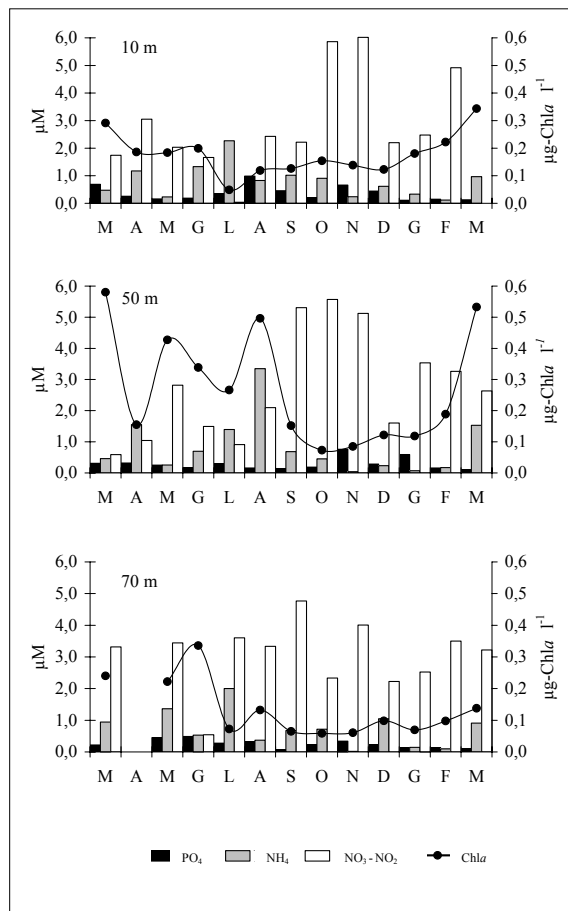


Fig. 3 - Distribuzione temporale della concentrazione dei nutrienti di P e N ( $\mu\text{M}$ ) e clorofilla *a* ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) alle diverse profondità (10, 50 e 70 m).

Yearly trends of P and N nutrients ( $\mu\text{M}$ ) and chlorophyll-*a* ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) at the three depths (10, 50 and 70 m).

La densità fitoplanctonica ha mostrato valori dell'ordine delle  $100 \times 10^3 \text{ cell l}^{-1}$  con una generale dominanza a tutte le profondità dei Flagellati ( $< 20 \mu\text{m}$ ) su Diatomee e Dinoflagellati. In particolare, la biomassa fitoplanctonica dello strato DCM, generalmente sostenuta dalle Diatomee, raggiunge il massimo in luglio (Fig. 4) con la dominanza di *Pseudonitzschia cf. fraudolenta*) e *Chaetoceros* spp. ( $2,3 \times 10^5$  e  $1,0 \times 10^4 \text{ cell l}^{-1}$ ) diminuendo drasticamente sia nello strato superficiale che al di sotto del DCM.

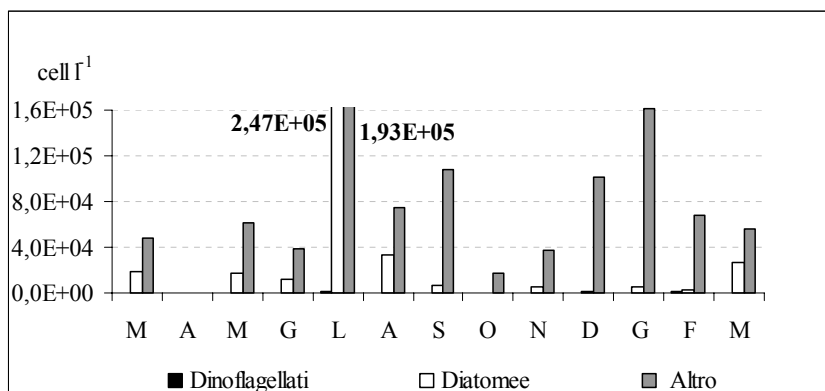


Fig. 4 - Ciclo annuale dei principali gruppi fitoplanctonici nello strato DCM (50 m).

*Yearly cycle of main phytoplanktonic groups in the DCM layer (50 m).*

Le abbondanze totali di microzooplancton ( $27 \pm 14$  cell l<sup>-1</sup>, n=38) presentano un andamento crescente nei mesi primaverili (Fig. 5), con il massimo in maggio nello strato subsuperficiale (73 cell l<sup>-1</sup>); densità basse in luglio ( $17 \pm 4$  cell l<sup>-1</sup>) e una ripresa a partire dalla tarda estate con valori relativamente alti in dicembre, nello strato DCM (60 cell l<sup>-1</sup>). La successiva diminuzione invernale è associata anche ad un'omogeneizzazione delle abbondanze lungo la colonna d'acqua ( $17 \pm 4$  cell l<sup>-1</sup> media di febbraio e marzo, n=9). Le larve di metazoi contribuiscono significativamente al totale mediamente con il 50% e punte del 80-90% in estate (35 cell l<sup>-1</sup> nello strato DCM in agosto); la frazione dei Tintinnidi rappresenta circa il 35% del totale, mentre il numero di protozoi non ciliati supera di poco il 10%.

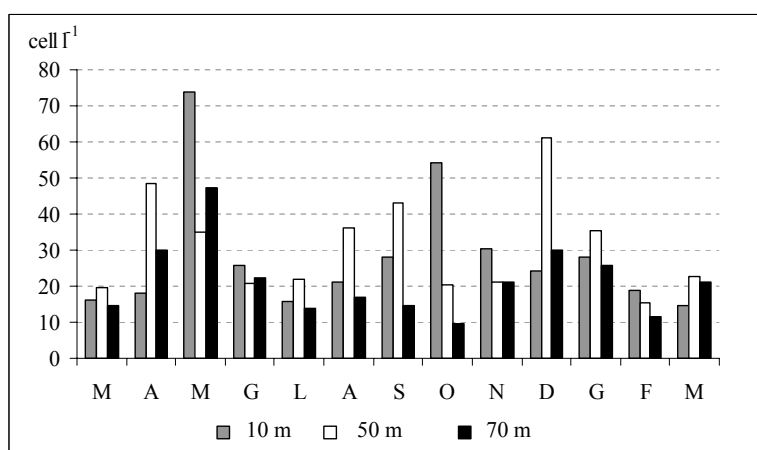


Fig. 5 - Ciclo annuale della comunità Microzooplanctonica alle tre quote campionate.

*Yearly cycle of microzooplanktonic abundance at the three sampled depths.*

La distribuzione verticale non individua differenze significative (ANOVA) tra gli strati ( $10\text{ m}=28\pm17\text{ cell l}^{-1}$ ;  $\text{DCM}=31\pm14\text{ cell l}^{-1}$ ;  $70\text{ m}=21\pm10\text{ cell l}^{-1}$ ;  $n=13$ ).

La comunità zooplanctonica con un'abbondanza media  $547\text{ ind. m}^{-3}$  (Fig. 6) è caratterizzata dalla presenza di 29 gruppi diversi, in cui dominano i Copepodi (73,8%) e seguono in ordine decrescente le Larve di Invertebrati (7,1 %), le Appendicularie (6,0%), i Cladoceri (2,8%), i Foraminiferi (2,6%), gli Ostracodi (2,1 %), i Sifonofori (1,4%), i Chetognati (1,2%), ed Altro (3,0%). In particolare, le Larve di Invertebrati sono state rappresentate da stadi larvali appartenenti a differenti taxa, tra cui dominano i Nauplii di Copepodi, le Larve di Molluschi Gasteropodi, i Calyptopis di Eufausiacei, le Larve di Decapodi, le Larve di Molluschi Bivalvi e le Larve di Policheti. Il popolamento a Copepodi è costituito da 49 specie, rispetto alle 480 conosciute per l'intera area del Mediterraneo, con la dominanza di forme giovanili (generi *Oithona* spp., *Clausocalanus* spp., *Ctenocalanus* spp., *Oncaea* spp., *Paracalanus* spp., *Temora* sp., *Corycaeus* spp., *Calocalanus* spp., *Centropages* spp., *Lucicutia* sp., *Mecynocera clausi* sp., *Pleuromamma* spp.). Il popolamento a Cladoceri, rappresentato da 4 specie, è stato dominato da *Evadne spinifera*, mentre le due specie di Chetognati (*Sagitta minima* e *S. enflata*, entrambe in forma giovanile ed adulta) sono fra le 9 conosciute per l'area Ionio-Stretto di Messina (Guglielmo, 1976).

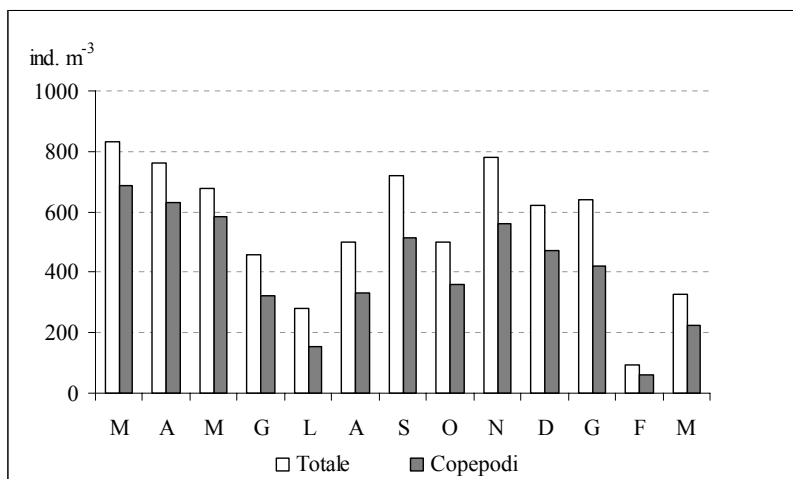


Fig. 6 - Ciclo annuale dell'abbondanza del Mesozooplankton totale e dei Copepodi nello strato 0-80 m.

Yearly cycle of total mesozooplanktonic and copepod abundances in the layer 0-80 m.

## Discussione

### Condizioni idrologiche

L'andamento temporale della struttura termo-alina nell'area di studio individua l'azione di due distinti processi: il primo è legato alle acque che si generano nello Stretto di Messina con densità di  $\sim 28,4\sigma_t$  e che scorrono lungo la costa



orientale della Sicilia verso sud assumendo posizione sub-superficiale. Nell'area di studio la loro presenza è stata rilevata nel periodo maggio-settembre nello strato 30-50 m compreso fra le isopie 28,0 e 28,5  $\sigma_t$  al cui interno si trova racchiuso il DCM. Alla profondità del DCM la concentrazione dei nitrati risulta sempre superiore a 1,0  $\mu\text{M}$  e, nel periodo estivo subisce un ulteriore incremento che favorisce la crescita fitoplanctonica anche in questo particolare periodo stagionale. Il secondo è il processo di mixing verticale tipico del periodo ottobre-maggio con condizioni di progressiva omotermia (15  $^{\circ}\text{C}$ ): la colonna d'acqua è interessata completamente da masse d'acqua con salinità di 38,6 che esprimono l'influenza di acque ioniche profonde che si distribuiscono sino alle quote più superficiali (Galletta *et al.*, 2005). Tale condizione è confermata anche dagli elevati valori dei nutrienti, principalmente dei nitrati ( $> 5,0 \mu\text{M}$ ), indizio che queste acque provengono da quote più profonde rispetto al nutriclino. Questo periodo stagionale è caratterizzato da una bassa biomassa fitoplanctonica di background (0,1-0,2  $\mu\text{g Chla l}^{-1}$ ) sostenuta da fitoflagellati di piccole dimensioni ( $< 20 \mu\text{m}$ ).

### *Struttura quali-quantitativa del comparto planctonico*

La comunità fitoplanctonica mostra durante il ciclo annuale la presenza di generi e specie già osservati in altri siti costieri sia della stessa area marina protetta (ARPA Sicilia) sia di altre zone del Mar Ionio come la Baia di Siracusa (Sicilia orientale) (Giacobbe *et al.*, 2003) per quanto concerne la presenza di Fitoflagellati  $< 20 \mu\text{m}$ . Al contrario il ritrovamento di diverse specie di diatomee, organismi generalmente legati ad acque pelagiche, mostra il carattere non costiero di queste acque. Infine, occasionale è la presenza dei generi appartenenti alla classe dei Dinoflagellati *Alexandrium* (*A. cf. minutum*) e *Ostreopsis* che, in zone marine prossime all'area, danno origine a bloom.

La componente microzooplanctonica presenta un ciclo stagionale con massimi a maggio in superficie e in dicembre al DCM. L'abbondanza più bassa è stata rilevata in luglio, in corrispondenza del massimo di biomassa di Diatomee, che non fanno parte della loro dieta. In particolare le abbondanze dei tintinnidi ( $10 \pm 11 \text{ cell l}^{-1}$ ,  $n=38$ ) mostrano un massimo primaverile in maggio (36  $\text{cell l}^{-1}$ ) caratterizzato da un bloom di *Dadayella ganymedes* associato ad alta variabilità lungo la colonna d'acqua, minimi estivi estremamente bassi (1  $\text{cell l}^{-1}$ ) e ripresa autunnale (circa 10  $\text{cell l}^{-1}$ ) con una variabilità verticale più contenuta. Il popolamento dei tintinnidi è costituito da 75 specie e 22 generi; il 31% degli individui classificati appartiene alla specie *D. ganymedes*, presente in 29 dei 38 campioni esaminati, e completamente assente solo nel mese di luglio. Il 60% degli individui è rappresentato da 4 soli generi (*Dadayella*, *Craterella*, *Steenstrupiella* e *Undella* presenti rispettivamente con 3, 5, 3 e 8 specie) e 16 specie si possono definire "poco frequenti" nel senso che complessivamente rappresentano il 5% degli individui. Meno dell'1% è attribuibile agli organismi indeterminati.

La comunità zooplanctonica mostra differenze significative in rapporto alle stagioni. Nel periodo primavera-estate la sua abbondanza è stata bassa rispetto ai valori medi stagionali di altre aree neritico-costiere del Mediterraneo (Scotto di Carlo *et al.*, 1985; Mazzocchi e Ribera d'Alcalà, 1995; Zagami *et al.*, 2002) così come in febbraio quando è stato registrato un forte decremento numerico. Invece nel periodo tardo autunno-inverno le abbondanze riscontrate sono state generalmente alte. La struttura della comunità zooplanctonica è stata caratterizzata dalla costante dominanza dei Copepodi, anche quando nella stagione estiva, nelle altre

aree neritiche costiere del Mediterraneo generalmente si osserva la dominanza dei Cladoceri, ad opera di *Penilia avirostris* ed *Evadne spinifera* (Scotto di Carlo *et al.*, 1985; Fonda Umani *et al.*, 1983-84).

### *Ricchezza di specie e dominanza*

Premesso che il concetto di biodiversità, e di quella marina in particolare, è uno degli argomenti più dibattuti all'interno della comunità scientifica (Conferenza Elettronica, Marbena 2002), la biodiversità nel comparto planctonico è un argomento che seppur intrapreso da tempo (Margalef 1963, 1967) risulta ancora non ben delineato. In questo lavoro l'intento è quello di fornire un quadro generale della biodiversità planctonica, integrando i risultati di ricchezza specifica delle comunità fito, micro-zoo e meso-zoo.

A questo fine è stato selezionato, per ciascuna componente planctonica, un gruppo rappresentativo: Diatomee per il fitoplancton, Tintinnidi per il micro-zooplancton e Copepodi per il meso-zooplancton.

Per quanto riguarda le Diatomee sono state riconosciute 31 specie appartenenti a generi diversi (*Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* spp., *Pseudonitzschia* spp., *Thalassionema* spp., *Thalassiosira* spp., *Thalassiotrix* spp.) che, localizzati principalmente a quote intermedie (DCM) o profonde (70 m), sono risultate dominanti solo in estate al DCM.

La ricchezza specifica percentuale dei Tintinnidi appartenenti al microzooplancton nell'arco del periodo di osservazione evidenzia il raggiungimento di un plateau prossimo al 100% a supporto dell'ipotesi che le 76 specie complessivamente rinvenute nel periodo esprimano l'effettiva potenzialità di ricchezza specifica dell'area di studio. Del totale di specie non è mai compresente più di un terzo, infatti i minimi di ricchezza specifica sono riscontrati nell'estate (4 specie in agosto) e i massimi nel periodo tardo estivo e autunnale (24 specie). La rapidità con cui le specie vengono sostituite è molto accentuata: infatti il turnover mensile di specie, rispetto al totale rinvenuto, è sempre elevatissimo, talvolta con sostituzione quasi completa della comunità nell'arco temporale che intercorre tra due campionamenti successivi.

L'analisi della composizione delle specie dei Copepodi nel corso della successione stagionale ha messo in evidenza delle significative differenze tra le aree prese in esame e modelli temporali osservati nelle altre aree del Mediterraneo. Nel periodo primaverile-estivo, le abbondanze relative alle singole specie del popolamento a Copepodi sono state mediamente equiripartite tra un più alto numero di forme giovanili dei generi dei Copepodi più comuni del sistema neritico-costiero, a differenza di altre aree del Mediterraneo, nelle quali in questo periodo i modelli osservati sono caratterizzati dalla dominanza di poche specie opportuniste di Copepodi come *Paracalanus parvus* e *Acartia clausi* (Scotto di Carlo *et al.*, 1985; Valdes *et al.*, 1990; Zagami *et al.*, 2002). Nel periodo tardo autunno-invernale, con la rottura della stratificazione verticale, alcune specie tipiche di acque mesopelagiche, caratterizzate da un'ampia distribuzione verticale (*Haloptilus longicornis*, *Lucicutia flavicornis*, *Heterorhabdus papilliger*, *Pleuromamma gracilis*, *Scolecithricella dentata*) a causa delle migrazioni stagionali ontogenetiche (Hopkins *et al.*, 1981; Scotto di Carlo *et al.*, 1985) migrano in superficie, con conseguente spostamento, ad opera delle correnti, nell'ecosistema neritico-costiero. L'analisi delle successioni stagionali delle specie dei Copepodi, suggerisce che il sistema neritico-costiero esaminato presenta una stretta continuità ed un forte scambio

con il sistema pelagico, per cui la comunità neritica costiera non si differenzia nettamente, in particolare nel periodo primaverile-estivo, da quella del largo in termini di abbondanza e dominanza di specie. Infine per l'intero periodo di campionamento si è registrata una ricchezza specifica di copepodi del 10% rispetto al totale di quelle conosciute nel Mediterraneo.

## Conclusioni

Da quanto descritto si può concludere che le condizioni idrobiologiche nell'area di studio dipendono dall'azione di due distinti processi: uno di trasporto laterale ed uno di mescolamento verticale che controllano il ciclo stagionale e la composizione della componente planctonica.

Il primo processo, determinato dall'intrusione alla quota del DCM delle acque provenienti dallo Stretto di Messina, oltre che mantenere sempre elevato il contenuto in elementi nutritivi fornisce all'area costiera caratteristiche pelagiche. Questa situazione determina nel comparto planctonico condizioni che si discostano dal normale ciclo stagionale, come gli elevati valori di biomassa fitoplanctonica estivi a carico delle Diatomee ed il successivo incremento della componente mesozooplanctonica che utilizza questa fonte di alimento. Pertanto anche in questo periodo, quando il sistema neritico-costiero del Mediterraneo è generalmente dominato dai Cladoceri, risulta qui invece rappresentato principalmente dai Copepodi, con una popolazione equilibrata fra forme giovanili ed adulti. La componente micro-zooplanctonica, esclusa dalla rete trofica descritta, presenta in questo periodo valori bassi di abbondanze e ricchezza specifica, quest'ultima caratterizzata da elevato turnover delle specie.

Il secondo processo, autunno-invernale, individua la prevalenza del controllo verticale nell'area costiera esaminata che assume le caratteristiche di zona pelagica come è evidenziato dalla composizione specifica planctonica. Infatti sono state riscontrate ben 7 specie del genere *Eutimninus*, appartenente ai Tintinnidi (micro-zoo) e caratteristico di acque fredde e profonde (Sparla e Guglielmo, 1994); mentre tra il mesozooplancton sono state rinvenute specie tipiche di acque mesopelagiche.

## Summary

In the frame of the Project Cluster 10 Sistemi Avanzati di Monitoraggio (SAM) funded by the Italian Ministry of Research a characterization of the hydrological features of the Marine Protected Area "Isole Ciclopi" (Ionian Sicily) has been performed from march 2003 to march 2004. Monthly samplings were carried out in a station close to the external border of the MPA to study phyto- and zooplanktonic communities.

The trends of the chemico-physical parameters of the water column exhibited a seasonal cycle with thermo-haline stratification from spring to late autumn and homogeneity in winter. Periodic influences of the waters generated in the Straits of Messina and flowing southward were evident.

Phytoplanktonic biomass in term of chlorophyll-*a* shows the highest values ( $>0.4 \mu\text{g-Chl}a \text{ l}^{-1}$ ) from mai to july at a depth of 40 m, when the DCM layer is 20 m thick. This layer disappears from october to december and is present again in february ( $<0.2 \mu\text{g-Chl}a \text{ l}^{-1}$ ) ranging from the surface to 60 m.

Phytoplanktonic density showed values in the order of  $100 \times 10^3 \text{ cell l}^{-1}$  with a general dominance of flagellates ( $<20 \mu\text{m}$ ) on diatoms and dinoflagellates. A very evident peak associated to a dominance of diatoms ( $>50\%$ ) was recorded in july at the DCM layer ( $4.5 \times 10^5 \text{ cell l}^{-1}$ ). The most significant microzooplanktonic fractions were larvae of metazoans, tintinnids and aloricates. Mesozooplankton was largely dominated by copepods (31 species).

The planktonic community observed in this coastal station reflects the character of a pelagic environment modulated by periodic influences of waters generated in the Straits of Messina.

## Bibliografia

- ADRAGNA A., SALUSTI E. (1990) - Observation of small scale shelf-trapped dipolar vortices near the Eastern Sicilian coast. *Journal of Physical Oceanography*, **20** (7): 1105-1112.
- AMINOT A., CHASSEPIED M. (1983) - Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *Centre National pour l'Exploration des Océans*: 1-395.
- BOHM E., MAGAZZÙ G., WALD L., ZOCCOLOTTI M.L. (1987) - Coastal currents on the Sicilian shelf south of Messina. *Oceanologica Acta*, **10** (2): 137-142.
- CANTONE G., CATALANO D., DI PIETRO N., FASSARI G., MOLLIKA E., SCUDERI D. (2003) - L'area marina protetta "Isole Ciclopi": un forziere di biodiversità? *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 25-33.
- FONDA UMANI S., SPECCHI M., MALEJ A., BENOVIC A. (1983-84) - Cinque Baie dell'Adriatico: la loro comunità zooplanctonica. *Nova Thalassia*, **6** (1): 37-44.
- FONDA UMANI S., MILANI L. (1990) - Microzooplancton. *Nova Thalassia*, **11**: 251-263.
- GALLETTA M., MARINI A., RAFFA F. (2005) - Andamento annuale delle condizioni idrobiologiche nell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi" (Sicilia orientale). *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 400-403.
- GIACOBBE M.G., AZZARO F., DECEMBRINI F., GALLETTA M., GANGEMI E., RAFFA F., CEREDI A., MILANDRI A., POLETTI R., MASÓ M. (2004) - Fioritura tossica del dinoflagellato *Alexandrium minutum* in un'area costiera del Mar Ionio. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 703-707.
- GUGLIELMO L. (1976) - Distribuzione dei Chetognati nell'area idrografica dello Stretto di Messina. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **40**: 34-72.
- HOPKINS T.L., MILLIKEN D.M., BELL L.M., MCMICHAEL E.T., HEFFERNAN J.J., CANO R.V. (1981) - The landward distribution of oceanic plankton and micronekton over the west Florida continental shelf as related to their vertical distribution. *Journal of Plankton Research*, **3**: 645-658.
- LAZZARA L., BIANCHI, F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. *Nova Thalassia*, **11**: 207-223.
- MARBENA (2002) - European heritage under threat: Marine Biodiversity in Mediterranean Ecosystems. e-conference, 22 April to 3 May 2002. <http://www.vliz.be/marbenas>.
- MARGALEF R. (1963) - Succession in marine populations. *Adv. Front. Plant. Sci.*, **2**: 137-188.
- MARGALEF R. (1967) - Some concepts relative to the organization of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **5**: 257-289.
- MAZZOCCHI M.G., RIBERA D'ALCALÀ M. (1995) - Recurrent patterns in zooplankton structure and succession in a variable coastal environment. *ICES J. mar. Sci.*, **52**: 679-691.
- MINUTOLI R., GANGEMI E., SITRAN R., SACCÀ A. (2005) - Ciclo annuale delle comunità zoo- e fitoplanctoniche nell'AMP "Isole Ciclopi" di Acicastello (Sicilia orientale). *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 636-641.
- SCOTTO DI CARLO S., THOMAS C.R., IANORA A., MARINO D., MAZZOCCHI M.G., MODIGH M., MONTRESOR M., PETRILLO L., RIBERA D'ALCALÀ M., SAGGIOMO V., ZINGONE A. (1985) - Uno studio integrato dell'ecosistema pelagico costiero del Golfo di Napoli. *Nova Thalassia*, **7** (3): 99-128.
- VALDES J.L., ROMAN M.R., ALVAREZ-OSSORIO M.T., GAUZENS A.L., MIRANDA A. (1990) - Zooplankton composition and distribution off the coast of Galicia, Spain. *Journal of Plankton Research*, **12** (3): 629-643.
- SPARLA M.P., GUGLIELMO L. (1994) - Distribuzione del microzooplancton nello Stretto di Messina. *Atti del 10° Congresso della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*: 307-325.
- STRICKLAND J.F.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin of Fish Research Ed. Can.*, **167**: 1-311.
- ZAGAMI G., CAMPOLMI M., DONATO P., GRANATA A. (2002) - Distribuzione spaziotemporale dello zooplancton nell'Adriatico centro-settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 332-339.

B. CALCINAI, C. CERRANO\*, G. BAVESTRELLO

Dipartimento di Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche,  
Via Breccia Bianche - 60131 Ancona, Italia.

\*Dip.Te.Ris, Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

## LE SPUGNE COME HOTSPOT DI BIODIVERSITÀ

### *SPONGES AS A HOTSPOT OF BIODIVERSITY*

#### **Abstract**

*In this paper some examples about symbiotic relationships occurring between sponges and other benthic organisms living in the Marine Park of Bunaken (Indonesia) are reported. In some of these relationships the two partners are independent and live together for trophic reasons or for finding a refuge only; in other case the two partners are intimately related and originate a symbiotic super-organism. Sponges, because of functional, structural and historic reasons, are the principal taxa involved in these kind of co-evolutive relationships. For this reason they should be considered reservoir of biodiversity and of unique evolutive processes, and consequently they should be taken in account in marine conservation projects.*

**Key-words:** sponges, biodiversity, Indonesia.

#### **Introduzione**

Il termine “hotspot” è stato coniato da Myers (1989) per indicare zone caratterizzate da un numero elevato di specie endemiche sottoposte a rischio di estinzione; successivamente il termine è stato più genericamente utilizzato per indicare aree che presentano un’elevata ricchezza specifica. Nel caso delle comunità marine, gli hotspots sono stati identificati sulla base della ricchezza in madrepori, molluschi, crostacei e pesci (Roberts *et al.*, 2002). Questo approccio ha messo in evidenza livelli di biodiversità particolarmente elevati nell’area che comprende le Filippine, l’arcipelago Indonesiano e la Nuova Guinea.

Sechrest *et al.* (2002) hanno sottolineato come gli hotspots non siano esclusivamente aree con livelli elevati di ricchezza specifica/endemismo, ma rappresentino anche importanti archivi di storie evolutive, spesso uniche e minacciate. Con l’aumentare del numero di specie si ha un aumento delle interazioni fra gli organismi che comprendono, ad esempio, la competizione per le risorse, la predazione e le simbiosi di vario tipo (parassitismo, commensalismo, mutualismo).

È infatti risaputo che la varietà e la complessità delle relazioni biotiche, in particolare di quelle coevolutive, sono in stretta relazione ai livelli di biodiversità di un ecosistema. Tali relazioni non rappresentano solo l’esito, ma anche la sorgente di livelli sempre crescenti di biodiversità. Questo è particolarmente evidente in ambienti quali le scogliere coralline dove la complessità degli ambienti marini più biodiversificati del mondo scaturisce dalla associazione simbiotica di numerosi animali bentonici con le zooxantelle.

In questo contesto vogliamo sottolineare l’importanza di includere anche i poriferi tra i gruppi da prendere in considerazione nella identificazione degli hotspots marini, non solo per l’elevato numero di specie di questo gruppo ma anche per le numerose relazioni che si instaurano tra spugne e altri organismi non solo in ambienti tropicali e temperati, ma anche in ambienti polari.

Con questo lavoro vogliamo presentare alcuni esempi di associazioni tra spugne e altri organismi, quali policheti, balani, ottocoralli e macroalghe, osservati nel corso di studi condotti nel Parco Marino di Bunaken (Nord Sulawesi, Indonesia). A causa dell'elevato numero di relazioni simbiotiche che contraddistinguono le spugne, questo gruppo può essere considerato come un hotspot di biodiversità e come tale dovrebbe essere considerato nei programmi di gestione e conservazione.

## Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti durante diverse campagne nel marzo 2000, maggio 2002 e settembre 2003 nell'area del Parco Marino di Bunaken e nel canale di Lembah (nord Sulawesi). Queste spedizioni sono state condotte nell'ambito del programma di cooperazione Italo-Indonesiano che ha coinvolto le università di Genova, Ancona e Sam Ratulangi di Manado.

## Risultati

### 1. Poriferi e policheti

Nel Parco Marino di Bunaken il polichete *Haplosyllis spongicola* è stato osservato associato alle spugne *Stelletta clavosa* e *Acanthostrongylophora ashmorica*.

*S. clavosa* è una piccola spugna sferica di color rosa, verdastro o marrone (Fig. 1A) (1-1.5 cm di diametro) che può anche presentare (probabilmente in una fase iniziale di sviluppo) un corto peduncolo. Questa specie non aderisce al substrato e, talvolta, numerosi esemplari trasportati dal moto ondoso e dalle correnti possono concentrarsi e risultare anche molto comuni a partire dai 5 fino ai 65 m di profondità.

In tutti i campioni esaminati almeno un polichete è presente (Fig. 1A, inserto); sono stati contati fino a 9 policheti in un unico individuo. I piccoli policheti (2.3-4.1 mm in lunghezza) hanno sempre lo stesso colore del tessuto della spugna indicando che questi rappresentano il loro nutrimento come già suggerito da Pawlik (1983).

La stessa specie di polichete è anche comune nel sistema acquifero della spugna *A. ashmorica* dove può raggiungere densità fino a 185 individui/cm<sup>3</sup> di spugna, valore raramente registrato in altri casi di simbiosi tra policheti e spugne (Lopez *et al.*, 2001; Gherardi *et al.*, 2001).

La presenza di diverse coorti e di numerosi esemplari in strobilazione suggerisce che la spugna possa ospitare il polichete in tutte le fasi di sviluppo.

### 2. Poriferi e balani

Nel parco marino di Bunaken sono state individuate 13 specie di spugna associate a balani appartenenti ai generi *Acasta* e *Membranobalanus*. Le spugne appartengono alle seguenti specie: *Stelletta globostellata*, *Spirastrella vagabunda*, *Spirastrella tentorioides*, *Biemna*, sp., *Agelas ceylonica*, *Petrosia nigricans*, *Petrosia hoeksmay*, *Petrosia* sp. 2, *Acanthostrongylophora ashmorica*, *Sifonocalina* sp., *Pseudoceratina* sp., *Carteriospongia foliascens*, *Phyllospongia* cf. *papiracea*.

Nelle specie massive i balani sono omogeneamente localizzati sulla superficie della spugna; al contrario se insediati su spugne che presentano un sistema acquifero polarizzato (Fig. 1B) (e.g. *Carteriospongia foliascens*), con la superficie



inalante ed esalante separate, i balani si localizzano sul lato inalante per sfruttare le correnti prodotte dalla spugna. La densità dei balani varia da 0.1 balani/cm<sup>2</sup> in *Petrosia nigricans* a 6.3 balani/cm<sup>2</sup> in *Stelletta globostellata*. Una probabile nuova specie di *Acasta*, ancora in studio, è presente in *Stelletta globostellata* con 3.7 balani/cm<sup>2</sup>.

### 3. Poriferi e ottocoralli

Nel canale di Lembah è stata scoperta un'insolita associazione tra il corallo *Carijoa riisei* e la spugna *Desmapsamma anchorata* (Fig. 1C). Entrambe le specie sono invasive, provenienti dall'Atlantico.

*C. riisei* è conosciuto come organismo tipico del fouling che cresce comunemente su pontili sommersi e su scafi di navi (Bayer, 1961) e, come dimostrato per altri organismi del fouling (Grigg, 2003), si ritiene possa essere stato introdotto in Indonesia, attaccato allo scafo di navi transanti nel porto commerciale di Bitung (Stretto di Lembah).

Il genere *Desmapsamma* include due specie: *D. anchorata* (Carter, 1882) conosciute per l'Atlantico e *D. verwoortii* Van Soest, 1998 dell'area Indo-pacifica. La specie raccolta a Manado corrisponde alla specie atlantica che quindi sarebbe stata introdotta in Indonesia associata a *C. riisei*.

Benché l'ottocorallo sia stato osservato anche senza la copertura della spugna, quest'ultima è stata osservata solo in associazione. Negli esemplari associati la spugna ricopre completamente le colonie di *C. riisei* con uno strato spesso 2-3 mm. La presenza della spugna modifica il pattern di crescita dell'ottocorallo da monopodiale a disorganizzato: ponti laterali di cenenchima si fondono e si intrecciano, collegando polipi adiacenti. Inoltre la lunghezza media dell'antostele aumenta da  $1.99 \pm 0.56$  mm nelle colonie di *Carijoa* libere a  $3.70 \pm 1$  mm nell'associazione. Anche la densità dei polipi si modifica passando da  $5.66 \pm 2.5$  a  $15.68 \pm 6.5$  polipi/cm rispettivamente nelle colonie associate alla spugna e in quelle non associate (Calcinai *et al.*, 2004). Il ricoprimento da parte della spugna potrebbe proteggere l'ottocorallo dai predatori quali ovulidi e nudibranchi (Backer e Scheuer, 1994).

Il ritrovamento di *C. riisei* in Ha Long Bay (Vietnam), associato ad altre specie di spugne suggerisce che questo ottocorallo è ampiamente distribuito nell'area Indo-pacifica e che l'associazione con le spugne rappresenta una caratteristica peculiare. Considerando la spiccata tendenza alla dispersione e i probabili effetti negativi sulla fauna autoctona (Grigg, 2003) sarebbe auspicabile sviluppare programmi di monitoraggio al fine di valutare il reale impatto di questa specie di ottocorallo sull'ecosistema delle scogliere coralline.

### 4. Poriferi e alghe

Nel parco marino di Bunaken abbiamo registrato una insolita associazione tra la spugna *Mycale* sp. e un'alga corallina del genere *Amphiroa* (Fig. 1D). *Mycale* sp. è una spugna tubulare alta fino a 40 cm che presenta un'unica o più raramente due larghe aperture osculari. I pori sono raggruppati in aree ostiolifere. La spugna presenta una colorazione bianca candida, ma dove l'alga è presente la spugna assume la colorazione rosastra dell'alga.

L'associazione tra *Mycale* sp. e *Amphiroa* sp. è risultata molto comune solo in alcune stazioni esaminate, dai 5 ai 35 m di profondità.

Le osservazioni istologiche hanno evidenziato che la spugna è separata dal tessuto algale da un sottile strato di collagene; il mesoilo della spugna è ricco di



camere coanocitarie (15-40  $\mu\text{m}$  in diametro, 27.5  $\mu\text{m}$  in media), di cellule sferulose e ricchissimo di sclerociti secernenti toxee; le fibre collagenose della spugna sono saldamente fissate al tallo algale.

Il complesso spicolare di *Mycale* sp. è costituito da dritti micalostili, due tipi di anisochele, mai organizzate in rosette, da sigma e da numerosissime toxee sottili, capelliformi, organizzate in fasci.

Nell'organismo simbiote l'alga e la spugna rappresentano rispettivamente il 61.6% e il 38.4% in peso secco. Le ceneri corrispondono al  $59.5 \pm 8.5\%$  del peso secco. Queste sono composte per l'84.7% da carbonato derivato dall'alga e dal 15.3% di silice proveniente dalle spicole della spugna. La frazione organica dovuta alla spugna è intorno al 70.84%.

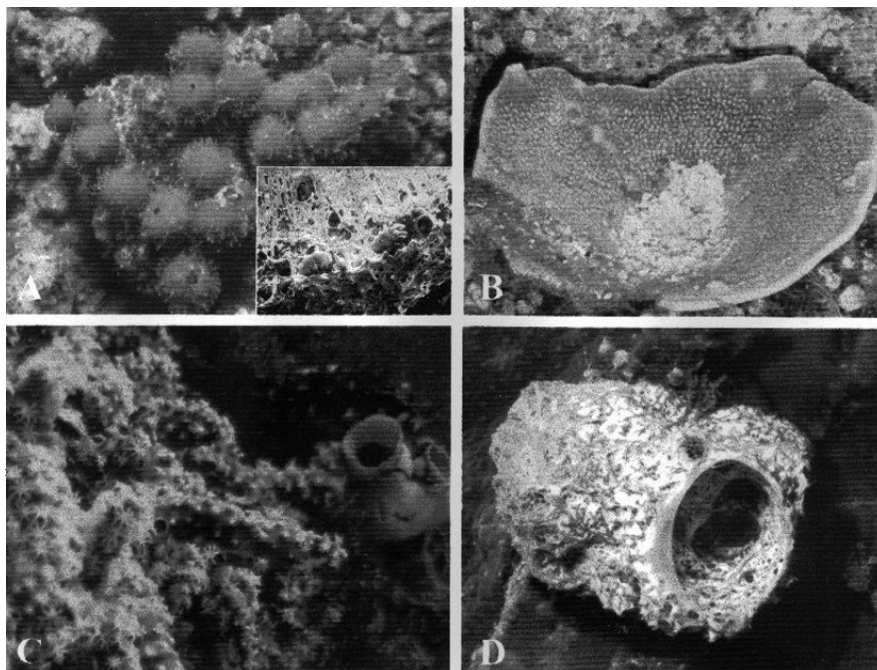


Fig. 1 - A) esempio di associazione tra Spugne e Policheti: *Stelletta clavosa* e *Haplosyllis spongicola* (inserto); B) esempio di associazione tra Spugne e Balani: la spugna *Carteriospongia foliascens*; C) esempio di associazione tra Spugne e ottocoralli: la spugna *Desmapsamma anchorata* e l'ottocorallo *Carijoa riisei*; D) esempio di associazione tra Spugne e Alghe: la spugna *Mycale* sp. e l'alga *Amphiroa* sp.

A) association between Sponges and Polychaetes: *Stelletta clavosa* e *Haplosyllis spongicola* (insert); B) association between Sponges and Barnacles: the sponge *Carteriospongia foliascens*; C) association between Sponges and ottocorals: the sponge *Desmapsamma anchorata* and the octocoral *Carijoa riisei*; D) association between Sponges and algae: the sponge *Mycale* sp. and the algae *Amphiroa* sp.

Le associazioni tra spugne e macroalghe sono conosciute specialmente in ambito tropicale dove le alghe forniscono uno scheletro accessorio per l'ospite (Vacelet, 1981; Trautman *et al.*, 2000). Nel caso di *Mycale* una relativamente mode-

sta biomassa di spugna forza una grande biomassa algale a seguire il modello di sviluppo della spugna adattando l'alga a crescere lasciando liberi gli spazi per i canali del sistema acquifero. Questo tipo di simbiosi è reso possibile dal fatto che la spugna riesce a incorporare, all'interno dei propri tessuti, un altro organismo vivente isolandolo con uno strato di collagene. D'altra parte la colorazione bianca della spugna garantisce la massima penetrazione della luce all'interno dei propri tessuti per permettere la vita dell'alga.

I benefici per i due partner non sono completamente conosciuti. È probabile che, come dimostrato in altri casi di simbiosi tra spugne e organismi fotosintetici (e.g. Davy *et al.*, 2002), possa esistere un passaggio di sostanze azotate dalla spugna all'alga e di sostanza organica prodotta dall'attività di fotosintesi dall'alga alla spugna.

## Conclusioni

Questi esempi di associazione simbiotica tra spugne e altri organismi evidenziano un diverso grado di interazione tra i due partner: da associazioni (policheti, balani) basate su aspetti trofici e di ricerca di rifugio, in cui i due partner sono largamente indipendenti, a relazioni in cui i due organismi coinvolti sono profondamente interdipendenti e formano un unico super organismo simbiote.

Le spugne, proprio per la varietà e la complessità delle relazioni che instaurano con numerosi organismi sono descritte come hotel viventi (Pearse, 1932); tale caratteristica è in relazione a motivi strutturali, funzionali e storici. Le spugne hanno strutture porose caratterizzate da un complesso sistema di canali che possono essere occupati da endosimbionti; inoltre le spugne mostrano un pattern di crescita estremamente plastico che le rende in grado di reagire agli epibionti incorporandoli. Da un punto di vista funzionale, inoltre, le spugne come filtratori producono un intenso flusso d'acqua che può essere sfruttato da altri organismi filtratori e detritivori presenti sulla superficie.

Da un punto di vista storico le spugne, che rappresentano il gruppo più antico tra i metazoi, possono aver rappresentato un substrato vivente per numerosi altri organismi per tempi estremamente lunghi, originando relazioni anche molto antiche (Li *et al.*, 1998).

In conclusione considerando che l'alta complessità strutturale e funzionale corrisponde ad elevata biodiversità, le spugne possono essere considerate un importante hotspot di biodiversità che ospita un'importante storia evolutiva. Simile ad un'isola, "l'ecosistema spugna" è fragile e a rischio; mortalità massive dovute a cambiamenti climatici su larga scala potrebbero eliminare molte di queste "isole" e la fauna commensale associata, così come è recentemente accaduto per le spugne commerciali del Mediterraneo (Cerrano *et al.*, 2000; Perez *et al.*, 2000). Un gran numero di specie associate alle spugne, rischia quindi di essere compromesso dai recenti cambiamenti climatici, ancor prima di essere conosciuto.

## Summary

The high structural and functional complexity of sponges supports high levels of biodiversity. In this way sponges can be considered hotspots of biodiversity with a long evolutionary history. Considering sponges such as small islands, it is possible to suppose they are hosting rich but fragile and endangered "ecosystems", far from being definitively known. Sponges are often involved in mass mortality events but while it is possible to evaluate the sponge species affected, it is difficult to estimate the sponge associated fauna we lost after these events.

## Bibliografia

- BAKER, B.J., SCHEUER, P.J. (1994) - The punaglandins: 10-chloroprostanoids from the octocoral *Telesto riisei*. *J. Nat. Prod. (Lloydia)*, **57**: 1346-1353.
- BAYER F.M. (1961) - The shallow-water Octocorallia of the West Indian Region. A manual for marine biologists. In: P.W. Hummenlinck and L.J. Van der Steen (eds), *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*. Uitgaven van de Natuurwetenschappelijke Studiek-ring voor Suriname en de Nederlandse Antillen. No 23. Martinus Nijhoff, The Hague: 373 pp.
- CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CERRANO C. (2004) - Dispersal and association of two invasive species in the Indonesian coral reefs: the octocoral *Carijoa riisei* and the demos-ponge *Desmaysamma anchorata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **84**: 937-941.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., BAVA S., MORGANTI C., MORRI C., PICCO P., SARA G., SCHIAPARELLI S., SICCARDI A., SPONGA F. (2000) - A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organi-sm in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.*, **3**: 284-293.
- DAVY S.K., TRAUTMAN D.A., BOROWITZKA M.A., HINDE R. (2002) - Ammonium excretion by a symbiotic sponge supplies the nitrogen requirements of its rhodophyte partner. *J. Exp. Biol.*, **205**: 3505-3511.
- GHERARDI M., GIANGRANDE A., CORRIERO G. (2001) - Epibiontic and endobion- tic polychaetes of *Geodia cydonium* (Porifera, Demospongiae) from the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **443**: 87-101.
- GRIGG R.W. (2003) - Invasion of a deep black coral bed by an alien species, *Carijoa riisei*. *Coral reef*, **22**: 121-122.
- LI C.W., CHEN J.Y., HUA T.E. (1998) - Precambrian sponges with cellular structures. *Science*, **279**: 879-882.
- LOPEZ E., BRITAYEV T.A., MARTIN D., SAN MARTIN G. (2001) - New symbiotic asso- ciations involving Syllidae (Anellida: Polychaeta), with taxonomic and biological remarks on *Pionosyllis magnifica* and *Syllis* cf. *armillaris*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **81**: 399-409.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B., KENT J. (2000) - Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**: 853-858.
- PAWLIK J.R. (1983) - A sponge-eating worm from Bermuda: *Branchiosyllis oculata* (Polychae- ta, Syllidae). *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **4** (1): 65-79.
- PEARSE A. (1932) - Inhabitants of certain sponges at Dry Tortugas. *Pap. Tortugas Lab. Carnegie Inst.*, **28**: 117-124.
- PEREZ T., GARRABOU J., SARTORETTO S., HARMELIN J.G., FRANCOUR P., VACELET J. (2000) - Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris, Sciences de la vie/Life Sciences*, **323**: 853-865.
- ROBERTS C.M., MCCLEAN C.J., VERON J.E.N., HAWKINS J.P., ALLEN G.R., MCAL- LISTER D.E., MITTERMEIER C.G., SCHUELER F.W., SPALDING M., WELLS F., VYNNE C., WERNER T.B. (2002) - Marine biodiversity hotspots and conservation priori- ties for tropical reefs. *Science*, **295**: 1280-1284.
- SECHREST W., BROOKS M.T., DA FONSECA G.A.B., KONSTANT W.R., MITTERMEIER R.A., PURVIS A., RYLANDS A.B., GITTLEMAN J.L. (2002) - Hotspots and the conserva- tion of evolutionary history. *PNAS*, **99**: 2067-2071.
- TRAUTMAN D.A., HINDE R., BOROWITZKA M.A. (2000) - population dinamyc of an association between a coral reef sponge and a red macroalga. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **244**: 87-105.
- VACELET J. (1981) - Algal-sponge symbioses in the coral reefs on New Caledonia: a morpho- logical study. *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.*, Manila, **2**: 713-719.

S. CASELLATO, E. SICHIROLLO, A. CRISTOFOLI, L. MASIERO, S. SORESI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Dipartimento di Biologia, Università di Padova,  
Via Colombo, 3 - 35121 Padova, Italia.

## BIODIVERSITÀ DELLE “TEGNUE” DI CHIOGGIA, ZONA DI TUTELA BIOLOGICA NEL NORD ADRIATICO

### *BIODIVERSITY OF SOME ROCKY OUTCROPS IN THE GULF OF VENICE (“TEGNUE”)*

#### **Abstract**

*A series of SCUBA diving explorations, carried out between August 2002 and June 2003, have produced many informations regarding the physical-chemical environment and the benthos community of two different rocky outcrops, at depth of about 20 meters, in the Gulf of Venice offshore Chioggia. Very few data are available in the literature until now, regarding the communities of these peculiar environments. The most meaningful results of our research are the surprisingly high population density and the high values of diversity characterizing these communities that highlights their importance as oasis of biodiversity in the Northern Adriatic Sea. A collected new species of Porifera is reported.*

**Key-word:** zoobenthos, outcrops, reefs, sampling.

#### **Introduzione**

Nei fondali dell'alto Adriatico sono presenti numerosi affioramenti rocciosi, distribuiti irregolarmente su gran parte del bacino (Fig. 1), in un intervallo batimetrico compreso tra i 10 ed i 40 metri (Stefanon, 1967, 1979). Questi substrati sono caratterizzati da un'estrema eterogeneità di forme, dimensioni e tipologie, ma presentano in comune la caratteristica di non essere in continuità con la matrice rocciosa della zolla continentale. Le modalità di formazione di questi affioramenti rocciosi non sono ancora del tutto chiare. Le ipotesi più accreditate indicano come causa della loro formazione, circa 4-6000 anni fa, la cementificazione dei sedimenti di battigia della zona intertidale (Braga e Stefanon, 1969), oppure la risalita di gas metano dal sottofondo attraverso i sedimenti (Stefanon e Zuppi, 2000). I fenomeni erosivi attualmente in atto nel bacino (Stefanon, 1984) avrebbero poi portato alla luce queste matrici rocciose, liberandole dai sedimenti che le ricoprivano, permettendone la colonizzazione da parte di complesse comunità bentoniche. Di particolare importanza il ruolo degli organismi incrostanti che si sono sviluppati su questi nuclei, inglobando sedimenti e altre conchiglie, originando complesse biostrutture, note anche come coralligeni, che hanno ricoperto la matrice rocciosa, determinando la formazione di vere e proprie barriere organogene.

Il ruolo ecologico di questi *reefs* è straordinario in quanto introducono nella monotonia dei fondali sabbioso-siltosi nel sistema dell'Alto Adriatico dei gradienti ambientali che generano una moltitudine di nicchie ecologiche diversificate.

Una ricerca, realizzata tra agosto 2002 e giugno 2003, ci ha consentito di raccogliere dati riguardo l'ambiente chimico-fisico e dati quali-quantitativi sui popolamenti bentonici di due affioramenti rocciosi al largo di Chioggia, nel Golfo di Venezia.

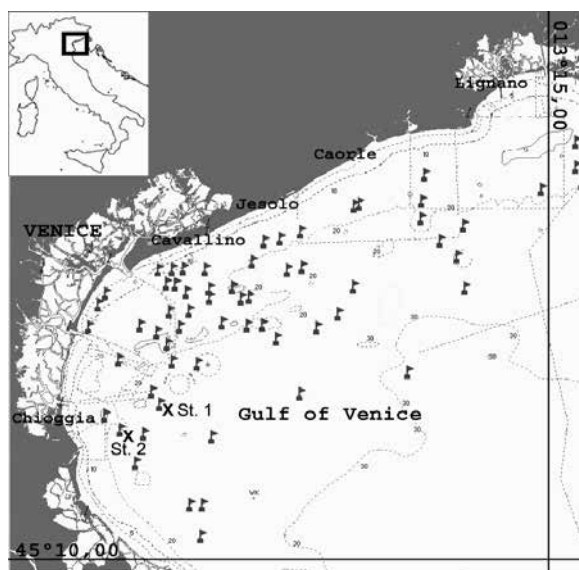


Fig. 1 - Distribuzione degli affioramenti rocciosi in Adriatico e localizzazione delle stazioni di studio.

*Distribution of rocky outcrops in the Adriatic Sea and localization of the sampling stations.*

## Materiali e metodi

Le due stazioni di campionamento sono state scelte a diversa distanza dalla costa. La stazione 1 si trova alle coordinate  $45^{\circ}13,16'N$ ;  $012^{\circ}29,67'$ , a circa 8 miglia nautiche dalla costa, si presenta come una vasta distesa di affioramenti rocciosi di diverse dimensioni che si elevano per un'altezza massima di 2,5 m dal fondale posto a 22 m; la stazione 2 si trova a 4,2 miglia nautiche al largo della costa, alle coordinate  $45^{\circ}11,70'N$ ;  $012^{\circ}25,20'$  all'interno della maggiore delle aree poste a tutela (Gazzetta ufficiale n. 193 del 18/08/2002). Si tratta di un reef in senso stretto, che si erge per più di 3 m da un fondale di 24 m (Fig. 1). La distribuzione ed estensione degli affioramenti rocciosi in questione sono stati recentemente oggetto di rilevamenti con la tecnica del Side Scan Sonar (Franceschini *et al.*, 2002; Giovanardi *et al.*, 2003).

Sono state effettuate tre distinte campagne stagionali: agosto 2002, febbraio 2003 e tra maggio e giugno 2003. Sono stati raccolti, mediante immersioni SCUBA utilizzando miscela Nitrox (NOAA, 2001), campioni per lo studio dei principali parametri ambientali quali: granulometria del sedimento (Buchanan, 1984) e suo contenuto in sostanza organica (Gaudette *et al.*, 1974); torbidità (con torbidimetro Hach Ratio/xr), salinità, temperatura (con termosalinometro YSI, Model 33) ed ossigeno disciolto delle acque di fondo (Winkler). Sono stati prelevati campioni della fauna vagile e della fauna sessile, preceduti da accurate riprese video dell'ambiente allo stato naturale. Come unità di campionamento è stato utilizzato un quadrato di 50 cm di lato di sagola zavorrata (Gabriele *et al.*, 1999), depositato sul fondo in maniera casuale. Sono state effettuate tre repliche dell'unità di cam-

pionamento; per ogni replica, si è proceduto prima alla cattura degli organismi vagili, mediante sorbonatura (Gamble, 1984) con sacco a maglia di 500  $\mu\text{m}$ , poi alla raccolta degli organismi sessili tramite grattaggio del substrato roccioso con spatole d'acciaio. Nei campioni raccolti, mantenuti a bassa temperatura, fino alla successiva analisi di laboratorio, è stato aggiunto l'anestetico (cloruro di magnesio) prima del fissaggio definitivo con formaldeide normalizzata in acqua marina.

## Risultati

### Parametri ambientali

Il sedimento che circonda le due stazioni è dominato dalla componente sabbiosa medio sottile. Nella st. 1, la più lontana dalla costa, prevale la sabbia media, mentre la st. 2 è caratterizzata dalle classi dimensionali più sottili, come il silt e la sabbia fine. Per quanto riguarda la sostanza organica contenuta nel sedimento, la st. 2 presenta valori superiori a quelli della st. 1 (0.6-1.8% contro 0.5-0.8%) complessivamente i valori sono superiori a quelli calcolati in aree vicinali dell'Alto Adriatico, durante studi effettuati sui substrati mobili (Casellato *et al.*, 2002). La trasparenza della colonna d'acqua (Fig. 2) è maggiore nella st. 1 rispetto alla st. 2, dove, per la vicinanza alla costa, è più abbondante il materiale in sospensione nelle acque.

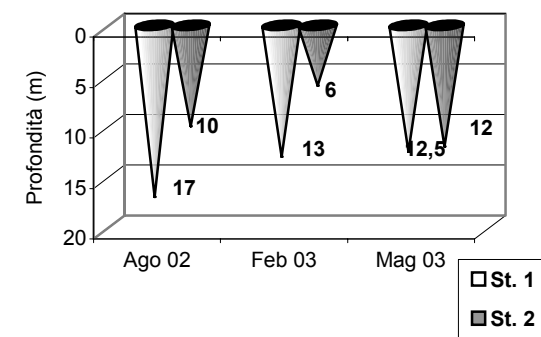


Fig. 2 - Trasparenza (Disco Secchi) lungo la colonna d'acqua.  
Transparence along the water column.

In entrambe le stazioni i valori più elevati si registrano durante il periodo estivo. Si può osservare che in entrambe le aree di studio, sebbene il fondale non si trovi a profondità elevate, la torbidità riduce significativamente la quantità di luce che riesce a raggiungere la superficie degli affioramenti rocciosi, limitando l'attività degli organismi autotrofi ai soli generi adatti alla sciàfilia. Nella st. 1, infatti, le uniche forme vegetali macroscopiche rinvenute, con un elevato grado di copertura, sono alghe calcaree appartenenti alla famiglia delle Corallinaceae dei generi *Lithophyllum* e *Pseudolithophyllum*, tipiche delle zone a forte ombreggiatura o comunque dove limitata è l'intensità luminosa che giunge al fondo. Nella



st. 2 sono state osservate nell'agosto 2002 e nel giugno 2003, Rodophyceae della famiglia delle Ceramiaceae; nessuna macroalga a febbraio 2003. La temperatura delle acque di fondo mostra in entrambe le stazioni valori simili, in linea con le serie storiche riportate in letteratura (Regione Veneto, 2003). L'ossigenazione delle acque raggiunge in inverno elevati valori di sovrassaturazione (Tab. 1).

Tab. 1 - Temperatura e ossigenazione delle acque di fondo.

*Water bottom temperature and oxygenation.*

|           | Camp. estivo |       | Camp. invernale |       | Camp. primaverile |       |
|-----------|--------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|
|           | St. 1        | St. 2 | St. 1           | St. 2 | St. 1             | St. 2 |
| T°C       | 22           | 22    | 8               | 7     | 11                | 14.5  |
| OD (mg/l) | 4.49         | 2.90  | 13.00           | 14.80 | 7.42              | 6.41  |
| % sat     | 65.79        | 42.49 | 141.70          | 159   | 86.78             | 80.73 |

### *Struttura della comunità*

Sono stati riconosciuti complessivamente 318 diversi *taxa* appartenenti a 10 diversi *phyla* (Anellida, Bryozoa, Crustacea, Chaetognata, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca, Porifera, Sipunculida e Tunicata); alcuni di questi sono nuove segnalazioni per l'Adriatico, alcune anche nuove per l'intera area del Mediterraneo. Una specie di spugna è nuova per la scienza (G. Corriero, com. pers.). Di questi, solo 110 *taxa* risultano essere comuni tra le due aree di studio, mentre 82 e 126 risultano esclusivi rispettivamente della st. 1 e della st. 2. Nella st. 1 si sono riconosciuti complessivamente durante l'anno 196 *taxa*, con un massimo di 115 in inverno ed un minimo durante la stagione estiva (80). Nella st. 2, invece, sono 236 i *taxa* totali identificati nell'intero periodo della ricerca, con un picco durante

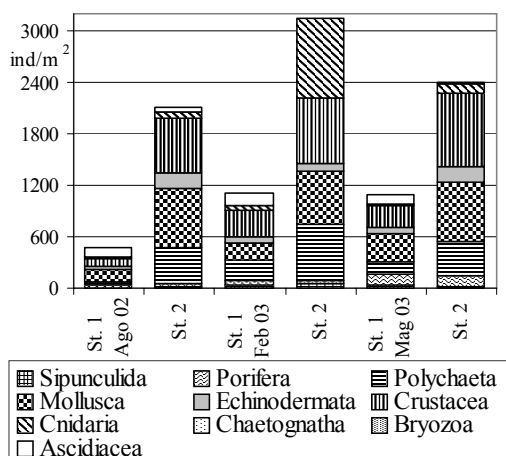


Fig. 3 - Densità dei diversi gruppi faunistici nelle due stazioni.  
*Density of different taxa in the two outcrops.*



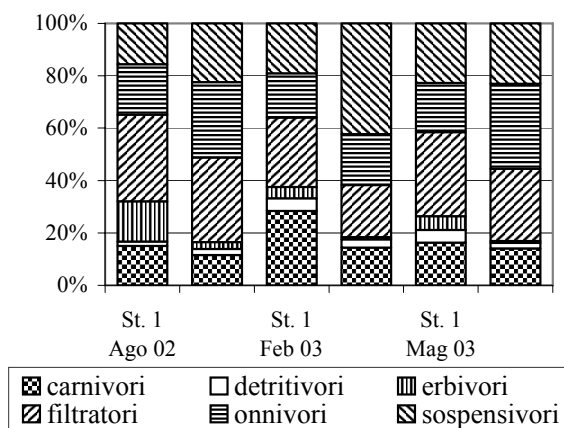


Fig. 4 - Categorie trofiche.

Feeding guilds.

i campionamenti estivo ed invernale (118 e 119 rispettivamente) ed un minimo durante la campagna primaverile (107). Se molluschi, crostacei e policheti risultano in entrambe le stazioni i *taxa* qualitativamente e quantitativamente più rappresentati, tunicati e cnidari hanno una distribuzione nettamente differente: nella st. 1 gli ascidiacei risultano essere uno dei gruppi principali, ripartiti tra 6 diverse specie, tra le quali *Polycitor adriaticus* occupa un posto di primaria importanza, nella st. 2 sono, invece, molto più rappresentati i cnidari, presenti con 9 *taxa*, tra cui spiccano per abbondanza *Epizoanthus arenaceus*, *Leptopsammia pruvoti*, *Rolandia rosea* e *Caryophyllia inornata*. Per quanto riguarda le densità di popolazione (Fig. 3), queste variano da minimi estivi di 454 ind/m<sup>2</sup> nella st. 1 e 2090 ind/m<sup>2</sup> per la st. 2, a massimi invernali di 1110 ind/m<sup>2</sup> per la st. 1 e 3153 ind/m<sup>2</sup> per la st. 2. Per quanto riguarda le categorie trofiche (Fig. 4), le più rappresentate risultano essere in entrambe le stazioni quelle dei filtratori e dei sospensivori, molto meno abbondanti quelle degli erbivori e detritivori. I valori dell'Indice di Shannon-Weaver sono compresi tra 3.44 e 3.85, quelli di Pielou sono compresi tra 0.72 e 0.85 (Tab. 2).

Tab. 2 - Indici di Shannon e di Pielou.

Shannon and Pielou indexes.

|                   | Camp. estivo |       | Camp. invernale |       | Camp. primaverile |       |
|-------------------|--------------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|
|                   | St. 1        | St. 2 | St. 1           | St. 2 | St. 1             | St. 2 |
| Indice di Shannon | 3,54         | 3,44  | 3,81            | 3,60  | 3,85              | 3,64  |
| Indice di Pielou  | 0,81         | 0,72  | 0,80            | 0,75  | 0,85              | 0,78  |

### *Analisi della distribuzione statistica dei campioni*

Per stabilire se le popolazioni dei diversi campioni presentassero differenze significative è stato utilizzato il test del  $\chi^2$  sui valori attesi, mediante il programma SSPS 11.0, aggregando gli organismi al livello di *phyla*. Questo test, applicato alle diverse repliche di uno stesso campionamento ed ai campionamenti stagionali per ognuna delle due stazioni, ha evidenziato che le variazioni delle frequenze dei diversi gruppi faunistici sono significative (Tab. 3). Anche il confronto tra le diverse repliche di uno stesso campionamento, utilizzando l'indice di Sørensen (Fig. 5), sottolinea, da un punto di vista qualitativo, l'elevata disomogeneità spaziale dei popolamenti.

Tab. 3 - Riepilogo risultati del test  $\chi^2$ .

$\chi^2$  test's results.

|                            | Camp. estivo |         | Camp. invernale |         | Camp. primaverile |         |
|----------------------------|--------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|
|                            | St. 1        | St. 2   | St. 1           | St. 2   | St. 1             | St. 2   |
| $\chi^2$ di Pearson        | 30,974       | 83,774  | 79,113          | 271,671 | 130,024           | 289,033 |
| Gradi di libertà           | 12           | 14      | 16              | 16      | 14                | 16      |
| Livello di significatività | 0,002        | < 0,000 | < 0,000         | < 0,000 | < 0,000           | < 0,000 |

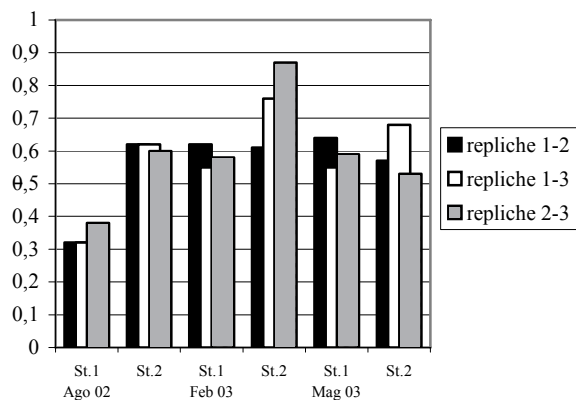


Fig. 5 - Indice di Sørensen tra le repliche.  
*Sørensen index among replicates.*

Per valutare se l'area esplorata fosse sufficiente rispetto agli standards della problematica dell'area minima (Weinberg, 1978), abbiamo costruito le curve area-specie con i dati delle repliche (Fig. 6), evidenziando che tre repliche non sono state sufficienti al raggiungimento di un plateau.

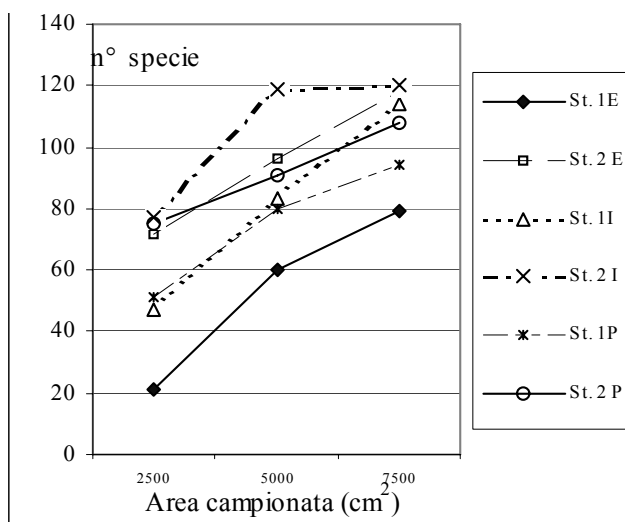


Fig. 6 - Curve area-specie (E = campionamento estivo, I = campionamento invernale, P = campionamento primaverile).

*Area-species curves (E = summer survey, I = winter survey, P = spring survey).*

## Conclusioni

Le due stazioni si diversificano principalmente per la diversa distanza dalla costa e di conseguenza anche per le diverse condizioni di torbidità delle acque. Sono più torbide le acque della stazione più vicina alla costa, ma anche in quella più lontana i fondali, pur non essendo profondi, sono raggiunti da una residua quantità di luce, non in grado di sostenere un'adeguata componente autotrofa. Non sorprende quindi il dato che gli erbivori costituiscano una delle categorie trofiche meno abbondanti in queste comunità, rappresentando, nell'intero anno, sempre meno del 5% del totale.

Da un punto di vista trofico, la maggior parte degli organismi che vivono in questi affioramenti rocciosi trae sostentamento dall'elevata quantità di sostanza organica presente in sospensione, che rappresenta la principale fonte di energia in entrata nel sistema. Infatti, nonostante i popolamenti rinvenuti nelle due diverse stazioni siano qualitativamente e quantitativamente differenti, pur tuttavia in entrambe una percentuale che varia dal 38 al 63% dell'insieme degli organismi raccolti, appartiene alle categorie trofiche dei filtratori e dei sospensivori e dipende in maniera più o meno diretta dalla quantità di particolato a disposizione nell'acqua circostante. I dati ottenuti sembrano, dunque, avvalorare l'ipotesi che le tegnue funzionino come delle trappole per la sostanza organica presente in soluzione, catturando e condensando questa importante fonte di energia, per rimetterla poi a disposizione dell'ambiente circostante direttamente attraverso gli organismi macrofagi, o indirettamente attraverso la catena del detrito (Gabriele *et al.*, 1999). L'ipotesi, è avvalorata anche dagli elevati valori di sostanza organica rinvenuti nei sedimenti circostanti gli affioramenti.

Andando più nel dettaglio e confrontando tra loro le due diverse aree di studio, la differenza più significativa risulta essere la notevole differenza di densità di popolazione, oltre che di ricchezza in specie riscontrata nella St. 2 rispetto alla st. 1. Questo dato sembra concordare con l'andamento della curva SAB (Species-Abundance-Biomass), che prevede modificazioni della *richness* e dell'abbondanza in funzione di un gradiente di sostanza organica (Pearson e Rosenberg, 1978), ma è anche resa possibile dal particolare tipo di matrice organogena dell'affioramento, che risulta più ricco di fessurazioni e anfrattuosità rispetto alla st. 1, permettendo, a parità di volume, la coesistenza di un numero maggiore di organismi, soprattutto per quanto riguarda la fauna endolitica ed interstiziale.

Le variazioni della composizione faunistica su base stagionale evidenziano differenze qualitative e quantitative che solo raramente sono imputabili ai cicli biologici delle specie coinvolte. Ciò vale soprattutto per i *taxa* che presentano cicli vitali pluriennali, come i cnidari. Queste considerazioni hanno portato ad analizzare in modo più approfondito le modalità di distribuzione spaziale degli organismi tra le repliche utilizzando test statistici non parametrici. Le analisi effettuate con il test del  $\chi^2$  hanno evidenziato che le differenze tra le popolazioni delle diverse repliche sono significative. Questo indica che tali differenze sono dovute all'esistenza di relazioni significative tra i vari gruppi faunistici ed i diversi ambienti campionati. Se da un lato tutto ciò sottolinea ancora una volta l'estrema diversità e ricchezza di questi ambienti, dall'altro sconsiglia ogni affrettata e superficiale generalizzazione, perché i dati ottenuti risultano essere rappresentativi non della comunità nel suo insieme ma solo dei sottopopolamenti che la compongono. Questo dato è supportato anche dai bassi valori di somiglianza tra le repliche e trova ulteriore conferma nell'analisi delle curve area-specie.

Concludendo, lo studio evidenzia la straordinaria ricchezza e diversità che caratterizza questi popolamenti bentonici. Dall'analisi faunistica particolareggiata emerge l'originalità dei popolamenti di questi affioramenti. La biocenosi studiata presenta caratteristiche che rendono difficile inquadrarla nell'elenco delle bionomie bentoniche del mare Mediterraneo, in quanto presenta caratteristiche intermedie tra le definizioni bionomiche di "biocenosi delle rocce al largo" e di biocenosi del "coralligeno di piattaforma". Un dato di grande rilevanza è il ritrovamento di una specie di spugna nuova per la scienza appartenente alla famiglia delle Clionaidae. Se, infine, la ricerca, da un lato evidenzia le singolarità e l'importanza di questi ambienti come punti sensibili per la tutela della biodiversità in Alto Adriatico, dall'altro sottolinea quanto siano in realtà poco conosciuti, rimarcando la necessità di ulteriori studi. I risultati ottenuti in questa ricerca suggeriscono che è necessario innanzitutto riconsiderare il problema dell'"area minima di campionamento", per ottenere dati realmente rappresentativi delle comunità bentoniche che popolano questi singolari affioramenti rocciosi.

## Summary

The research highlighted, for the first time, the exceptionally high number of species (318 taxa, including a new species of sponge, never described before), the very high population density (between 454 and 3153 ind/m<sup>2</sup>) and the high diversity values ( $3.44 < H' < 3.85$ ). Such data are a document of the important role of these ecosystems as biodiversity oases for the whole northern Adriatic system.

The spatial distribution characteristics of the different faunistic group within each sampled area has been evaluated using non parametric tests. The  $\chi^2$  test evidence that the differences between the populations of all sampled areas and all sampling seasons are highly significant. This stresses the existence of

significant relationships between the different faunistic groups and the microenvironments studied.

If our conclusions evidence the extraordinary diversity of these environments, at the same time discourage from any superficial and hasty conclusion. It suggests us to consider the obtained faunistic data as representatives of the populations of the explored areas only, and not of the entire community.

Such conclusion - confirmed also by the low similarity values between the replicates and by the analysis of the area-species curves - recommend us to fully reconsider the problem of selecting the proper minimal sampling area for these very peculiar environments.

### Ringraziamenti

Vogliamo ringraziare anzitutto il Professore Antonio Stefanon per averci messo a disposizione il suo tempo e le sue conoscenze riguardo l'ambiente delle tegnue, nonché per il sostegno che ci ha sempre fornito. Ringraziamo inoltre i Proff. G. Corriero e R. Brunetti per la consulenza nella sistematica di poriferi e ascidie.

### Bibliografia

- BRAGA G., STEFANON A. (1969) - Beachrock ed Alto Adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti*, **127**: 352-361.
- BUCHANAN J.B. (1984) - Sediment analysis. In: Holme N.A., McIntyre A.D. (eds), *Methods for the study of marine benthos*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Scientific Publication, Oxford: 41-65.
- CASELLATO S., MASCIADRI S., MASIERO L., CAMPI G. (2002) - Impatto della pesca con draghe idrauliche sulla comunità bentonica della fascia costiera Alto-Adriatica. *Biol. Mar. Medit.*, **9**: 170-179.
- FRANCESCHINI G., RAICEVICH S., GIOVANARDI O., PRANOVI F. (2002) - The use of Side Scan Sonar as a tool in Coastal Zone Management. *Littoral 2002, The changing coast. Porto Portugal*: 11-14.
- GABRIELE M., BELLOT A., GALLOTTI D., BRUNETTI R. (1999) - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic sea. *Cahiers de Biologie Marine*, **40**: 65-76.
- GAMBLE J.G. (1984) - Diving. In: Holme N.A., McIntyre A.D. (eds), *Methods for the study of marine benthos*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Scientific Publication, Oxford: 99-139.
- GAUDETTE H.E., WILSON R.F., TONER L., FOLGER D.W. (1974) - An inexpensive tritration method for determination of organic carbon in recent sediments. *Journal Sedimentary petrology*, **44**: 249-253.
- GIOVANARDI O., CRISTOFALO G., MANZUETO L., FRANCESCHINI G. (2003) - New data on biogenic reefs (Tegnue of Chioggia) in Adriatic. In: Özhan E. (ed), *Proceeding of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03*. Ravenna, Italy. Middle East Technical University, Ankara, Turkey: 103-116.
- PEARSON T.H., ROSEMBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **16**: 229-311.
- REGIONE VENETO (2003) - Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la regione del veneto. Triennio 2001-2003.
- STEFANON A. (1967) - Formazioni rocciose del bacino dell'alto adriatico. *Atti dell'Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti*. (A.A. 1966-67), **125**: 79-88.
- STEFANON A. (1979) - Gli affioramenti rocciosi dell'Alto Adriatico: considerazioni sulla loro distribuzione, struttura ed evoluzione, nel contesto della problematica del bacino. *Atti Congresso Scientifico Nazionale P.F. Oceanografie e Fondi Marini*, Roma, Marzo 1979.
- STEFANON A. (1984) - Sedimentologia del mare adriatico: rapporti tra erosione e sedimentazione olocenica. *Bollettino di Oceanologia Teorica e Applicata*, **2** (4): 281-324.
- STEFANON A., ZUPPI G.M. (2000) - Recent carbonate rock formation in the Northern Adriatic Sea: hydrogeological and geotechnical implications. *Hidrogéologie*, **4**: 3-10.
- WEINBERG S. (1978) - The minimal area problem in invertebrate communities of Mediterranean rocky substrata. *Mar. Biol.*, **49**: 33-40.

E. CECERE, A. PETROCELLI, O.D. SARACINO

Istituto Ambiente Marino Costiero – C.N.R., Sezione Talassografico “A. Cerruti”,  
Via Roma, 3 – 74100 Taranto, Italia.

## BIODIVERSITY OF PHYTOBENTHIC COMMUNITIES IN THE MARINE RESERVE OF PORTO CESAREO

### *BIODIVERSITÀ DELLE COMUNITÀ FITOBENTONICHE DELLA RISERVA MARINA DI PORTO CESAREO*

#### **Abstract**

*The phytobenthic communities, both within and near the marine reserve of Porto Cesareo (Ionian Sea, southern Italy), were studied. No well structured phytocoenoses were observed anywhere. In the upper infra-littoral fringe, only an impoverished facies of the Cystoseiretum strictae was detected, with the exception of Porto Selvaggio, located outside the reserve, where seaweed communities were more stressed. Most likely, this indicates that a regression is still in progress outside as well as inside the protected area, where, however, such a regressive process is slower. This confirms the importance of the protection and suggests the need of a more adequate control of all the activities which are carried out within the reserve and in its vicinity.*

*The presence of two non-indigenous species, Caulerpa racemosa v. cylindracea (Chlorophyta, Caulerpales) and Womersleyella setacea (Rhodophyta, Ceramiales) is signalled.*

**Key-words:** biodiversity, Ionian Sea, marine parks, Mediterranean Sea, seaweeds.

#### **Introduction**

This study was performed in the framework of the Project INTERREG Italy/Greece: “Quality of marine coastal systems and location proposals for protected marine areas” aiming to localize both marine areas subject to anthropogenic impact to be restored and unpolluted zones to be protected.

To this purpose, the study of phytocoenoses is an effective method to assess the quality of marine coastal environments since both their structure and tipology change depending on the environmental variations.

Therefore, the study of the phytobenthic communities inside and nearby the natural marine reserve of Porto Cesareo (Ionian Sea, Apulian coast) was undertaken to verify the effectiveness of the preservation. Such a reserve, localized between Punta Prosciutto and Torre Inserraglio, reaches as far as seven miles from the coast and has a surface area of more than 17,000 ha. It is divided into three zones on the basis of the permitted activities: Zone A or of “total reserve”, consisting of two small areas off the Strea Peninsula and Paritone; Zone B or of “general reserve” consisting of two areas, a bit larger than those included in the Zone A; Zone C or of “partial reserve”, which represents the most of this reserve. In this last zone, one of the biggest European stalling plants is placed and the coast is subject to a heavy over-building (Co.N.I.S.Ma., 2001).

#### **Materials and methods**

Twenty samples were collected by SCUBA diving in May (spring) and October (autumn) 2000, respectively, along four transects perpendicular to the coast, cor-

responding to the following locations: Porto Cesareo, Paritone, Nardò and Porto Selvaggio; Porto Cesareo and Nardò are included in the Zone A of the reserve; Paritone falls within the Zone C; Porto Selvaggio is not part of the reserve.

Seaweeds were sampled from the intertidal zone up to the maximum depth where vegetation was present, that is to -6 m off both Porto Cesareo and Paritone, -18 m off Nardò and -23 m off Porto Selvaggio.

Intertidal samplings (8) were only qualitative; on the contrary, for the sublittoral samplings (32), the phytosociological methodology was followed (Boudouresque, 1971a). Phytocoenoses were sampled totally scraping a 1,600 (40 × 40) cm<sup>2</sup> minimum surface.

The collected material was fixed in a 3% Formaldehyde-seawater solution to be later studied in the laboratory.

To assess the possible anthropogenic impact on seaweed communities, the species number, the Shannon-Weaver diversity index ( $H'$ ), modified by Boudouresque (1970), and the R/P ratio were calculated, for each station in each season.

Variance analysis was carried out for the above indices to find out whether they varied by seasons.

Cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (nMDS), based on presence/absence data were performed on the floristic list, for the bidimensional representation of the phytocoenoses. Both analyses were based on the Bray-Curtis similarity index and were run on the PRIMER 5 package (Clarke & Warwick, 1994).

## Results

A total of 233 taxa were identified at a specific and an infraspecific level: 176 Rhodophyta (76%), 28 Ochrophyta (12%) and 29 Chlorophyta (12%). 19 taxa were identified only at a generic level (Tab. 1).

Tab. 1 - Floristic list of the species.

*Elenco floristico delle specie.*

### RHODOPHYTA

*Acrodiscus vidovichii* (Meneghini) Zanardini

*Acrosorium ciliolatum* (Harvey) Kylin

*Aglaothamnion tripinnatum* (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer

*Aglaothamnion caudatum* (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer

*Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) Feldmann-Mazoyer

*Aglaothamnion gallicum* (Nägeli) Halos *ex* Ardre

*Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer v. *mazoyerae* G. Furnari, L'Hardy-Halos, Rueness *et* Serio

*Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer v. *tenuissimum*

*Aglaothamnion tripinnatum* (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer

*Alsidium corallinum* C. Agardh

*Alsidium helminthochorton* (Schwendimann) Kützing

*Amphiroa rigida* J.V. Lamouroux

*Amphiroa rubra* (Philippi) Woelkerling

*Anotrichium barbatum* (C. Agardh) Nägeli

*Antithamnion cruciatum* (C. Agardh) Nägeli

*Antithamnion heterocladum* Funk

*Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner



*Apoglossum gregarium* (E.Y. Dawson) M.J. Wynne  
*Apoglossum ruscifolium* (Turner) J. Agardh  
*Asparagopsis armata* Harvey (sporophyte)  
*Audouinella daviesii* (Dillwyn) Woelkerling  
*Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin  
*Bonnemaisonia asparagoides* (Woodward) C. Agardh  
*Botryocladia boergesenii* Feldmann  
*Botryocladia botryoides* (Wulfen) Feldmann  
*Botryocladia chiajeana* (Meneghini) Kylin  
*Botryocladia madagascariensis* Feldmann-Mazoyer  
*Botryocladia microphysa* (Hauck) Kylin  
*Callithamnion corymbosum* (J.E. Smith) Lyngbye  
*Callithamnion granulatum* (Ducluzeau) C. Agardh  
*Ceramium ciliatum* (J. Ellis) Ducluzeau v. *robustum* (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer  
*Ceramium cimbricum* H.E. Petersen f. *flaccidum* (H.E. Petersen) G. Furnari et Serio  
*Ceramium circinatum* (Kützing) J. Agardh  
*Ceramium codii* (H. Richards) Feldmann-Mazoyer  
*Ceramium comptum* Børgesen  
*Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth  
*Ceramium flaccidum* (Kützing) Ardissonne  
*Ceramium inconspicuum* Zanardini  
*Ceramium siliquosum* (Kützing) Maggs et Hommersand v. *siliquosum*  
*Ceramium tenerrimum* (G. Martens) Okamura v. *tenerrimum*  
*Ceramium tenerrimum* (G. Martens) Okamura v. *brevizonatum* (H.E. Petersen) Feldmann-Mazoyer  
*Ceramium virgatum* Roth  
*Champia parvula* (C. Agardh) Harvey  
*Chondria capillaris* (Hudson) M.J. Wynne  
*Chondria coerulescens* (J. Agardh) Falkenberg  
*Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh  
*Chondria mairei* Feldmann-Mazoyer  
*Chondria polyrhiza* Collins et Hervey  
*Chondria scintillans* Feldmann-Mazoyer  
*Chondrophycus papillosus* (C. Agardh) Garbary et Harper  
*Chondrophycus thuyoides* (Kützing) G. Furnari  
*Chrysomenia ventricosa* (J.V. Lamouroux) J. Agardh  
*Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding v. *verticillata*  
*Compsothamnion thuyoides* (J.E. Smith) Nägeli  
*Contarinia peyssonneliaeformis* Zanardini  
*Contarinia squamariae* (Meneghini) Denizot  
*Corallina elongata* J. Ellis et Solander  
*Corallina officinalis* Linnaeus  
*Corallophila cinnabarina* (Grateloup ex Bory) R.E. Norris  
*Crouania attenuata* (C. Agardh) J. Agardh f. *attenuata*  
*Cruoria cruoriaeformis* (P. et H. Crouan) Denizot  
*Cryptonemia lomation* (A. Bertoloni) J. Agardh  
*Dasya baillouviana* (S.G. Gmelin) Montagne  
*Dasya corymbifera* J. Agardh  
*Dasya hutchinsiae* Harvey  
*Dasya ocellata* (Grateloup) Harvey  
*Dasya rigidula* (Kützing) Ardissonne  
*Dipterosiphonia rigens* (C. Agardh) Falkenberg  
*Dudresnaya verticillata* (Withering) Le Jolis  
*Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh  
*Eupogodon planus* (C. Agardh) Kützing  
*Eupogodon spinellus* (C. Agardh) Kützing  
*Feldmannophycus rayssiae* (Feldmann et Feldmann-Mazoyer) H. Augier et Boudouresque  
*Gastroclonium clavatum* (Roth) Ardissonne  
*Gastroclonium reflexum* (Chauvin) Kützing

*Gelidiella lubrica* (Kützinger) Feldmann *et* Hamel  
*Gelidiella pannosa* (Feldmann) Feldmann *et* Hamel  
*Gelidium crinale* (Turner) Gaillon  
*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis  
*Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva *v. spinosum*  
*Gloiocladia furcata* (C. Agardh) J. Agardh  
*Griffithsia schousboei* Montagne  
*Gymnothamnion elegans* (Schousboe *ex* C. Agardh) J. Agardh  
*Halopithys incurva* (Hudson) Batters  
*Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn  
*Herposiphonia tenella* (C. Agardh) Ambronn  
*Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) M.J. Wynne  
*Hydrolithon boreale* (Foslie) Y.M. Chamberlain  
*Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamouroux) Penrose *et* Y.M. Chamberlain *v. chalicodictyum* (W.R. Taylor) Serio  
*Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamouroux) Penrose *et* Y.M. Chamberlain *v. farinosum*  
*Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux  
*Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins *et* Hervey  
*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux  
*Jania rubens* (Linnaeus) J.V. Lamouroux *v. rubens*  
*Laurencia chondrioides* Børgesen  
*Laurencia cf. intricata* J.V. Lamouroux  
*Laurencia majuscula* (Harvey) A.H.S. Lucas  
*Laurencia microcladia* Kützinger  
*Laurencia minuta* Vandermeulen, Garbary *et* Guiry ssp. *scammaccae* G. Furnari *et* Cormaci  
*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux  
*Lejolisia mediterranea* Bornet  
*Lithophyllum incrustans* Philippi  
*Lithophyllum pustulatum* (J.V. Lamouroux) Foslie  
*Lithophyllum stictaeforme* (Areschoug) Hauck  
*Lomentaria chylocradiella* Funk  
*Lomentaria clavaeformis* Ercegovic  
*Lomentaria ercegovicii* Verlaque, Boudouresque, Meinesz, Giraud *et* Marcot-Coqueugniot  
*Lophosiphonia cristata* Falkenberg  
*Lophosiphonia obscura* (C. Agardh) Falkenberg  
*Meredithia microphylla* (J. Agardh) J. Agardh  
*Mesophyllum lichenoides* (J. Ellis) Me. Lemoine  
*Monosporus pedicellatus* (J.E. Smith) Solier *v. pedicellatus*  
*Monosporus pedicellatus* (J.E. Smith) Solier *v. tenuis* (Feldmann-Mazoyer) Huisman *et* Kraft  
*Myriogramme distromatica* Boudouresque  
*Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell *et* L.R. Mason  
*Neosiphonia harveyi* (J.W. Bailey) M.S. Kim, H.G. Choi, Guiry *et* Saunders  
*Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini  
*Nitophyllum albidum* Ardissonne  
*Nitophyllum flabellatum* Ercegovic  
*Nitophyllum micropunctatum* Funk  
*Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville  
*Osmundaria volubilis* (Linnaeus) R.E. Norris  
*Osmundea pelagiensis* G. Furnari  
*Osmundea pelagosae* (Schiffner) K.W. Nam  
*Osmundea truncata* (Kützinger) K.W. Nam *et* Maggs  
*Peyssonnelia armorica* (P. *et* H. Crouan) Weber Bosse  
*Peyssonnelia bornetii* Boudouresque *et* Denizot  
*Peyssonnelia crispata* Boudouresque *et* Denizot  
*Peyssonnelia dubyi* P. *et* H. Crouan  
*Peyssonnelia harveyana* P. *et* H. Crouan *ex* J. Agardh  
*Peyssonnelia inamoena* Pilger  
*Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F. Schmitz  
*Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh

*Peyssonnelia squamaria* (S.G. Gmelin) Decaisne  
*Pleonosporium borrieri* (J.E. Smith) Nägeli  
*Pneophyllum confervicola* (Kützinger) Y.M. Chamberlain  
*Pneophyllum coronatum* (Rosanoff) Penrose  
*Pneophyllum fragile* Kützinger  
*Polysiphonia atlantica* Kapraun et J.N. Norris  
*Polysiphonia demodata* (Dillwyn) Greville ex Harvey  
*Polysiphonia dichotoma* Kützinger  
*Polysiphonia elongata* (Hudson) Sprengel  
*Polysiphonia furcellata* (C. Agardh) Harvey  
*Polysiphonia opaca* (C. Agardh) Moris et De Notaris  
*Polysiphonia scopulorum* Harvey  
*Polysiphonia sertularioides* (Grateloup) J. Agardh  
*Polysiphonia subulata* (Ducluzeau) P. et H. Crouan  
*Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey  
*Polysiphonia tripinnata* J. Agardh  
*Pterocladia melanoidea* (Schousboe ex Bornet) Santelices et Hommersand  
*Pterosiphonia parasitica* (Hudson) Falkenberg  
*Pterothamnion crispum* (Ducluzeau) Nägeli  
*Pterothamnion plumula* (J. Ellis) Nägeli ssp. *plumula*  
*Ptilothamnion pluma* (Dillwyn) Thuret  
*Radicilingua reptans* (Kyllin) Papenfuss  
*Radicilingua thysanorhizans* (Holmes) Papenfuss  
*Rhodophyllis divaricata* (Stackhouse) Papenfuss  
*Rhodymenia ardissoni* Feldmann  
*Rhodymenia delicatula* P.J.L. Dangeard  
*Rhodymenia ligulata* Zanardini  
*Rodriguezella pinnata* (Kützinger) F. Schmitz ex Falkenberg  
*Rytiphlaea tinctoria* (Clemente) C. Agardh  
*Seirospora giraudyi* (Kützinger) De Toni  
*Seirospora interrupta* (J.E. Smith) F. Schmitz  
*Spermothamnion flabellatum* Bornet f. *flabellatum*  
*Spermothamnion irregulare* (J. Agardh) Ardissoni  
*Spermothamnion johannis* Feldmann-Mazoyer  
*Spermothamnion repens* (Dillwyn) Rosenvinge  
*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey  
*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew  
*Stylonema cornu-cervi* Reinsch  
*Taenioma nanum* (Kützinger) Papenfuss  
*Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman et R.A. Townsend  
*Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris  
*Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh  
*Wurdemannia miniata* (Sprengel) Feldmann et Hamel

## OCHROPHYTA

*Arthrocladia villosa* (Hudson) Duby  
*Cladosiphon irregularis* (Sauvageau) Kylin  
*Cutleria adspersa* (Roth) De Notaris  
*Cutleria chilosa* (Falkenberg) P.C. Silva  
*Cutleria multifida* (J.E. Smith) Greville  
*Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory v. *amentacea*  
*Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin f. *compressa*  
*Dictyopteris polypodioides* (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux  
*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux v. *dichotoma*  
*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux v. *intricata* (C. Agardh) Greville  
*Dictyota fasciola* (Roth) J.V. Lamouroux  
*Dictyota linearis* (C. Agardh) Greville  
*Dictyota mediterranea* (Schiffner) G. Furnari

*Dictyota spiralis* Montagne  
*Discosporangium mesarthrocarpum* (Meneghini) Hauck  
*Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye  
*Halopteris filicina* (Grateloup) Kützinger  
*Myriactula stellulata* (Harvey) Levring  
*Myrionema strangulans* Greville  
*Nemacystus flexuosus* (C. Agardh) Kylin v. *giraudyi* (J. Agardh) De Jong  
*Nereia filiformis* (J. Agardh) Zanardini  
*Padina pavonica* (Linnaeus) J.V. Lamouroux  
*Sphacelaria cirrosa* (Roth) C. Agardh  
*Sphacelaria plumula* Zanardini  
*Sphacelaria tribuloides* Meneghini  
*Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva  
*Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützinger  
*Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva

### CHLOROPHYTA

*Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) P.C. Silva  
*Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh  
*Bryopsis secunda* J. Agardh  
*Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux  
*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh  
*Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützinger  
*Cladophora albida* (Nees) Kützinger  
*Cladophora dalmatica* Kützinger  
*Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützinger  
*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützinger  
*Cladophora liniformis* Kützinger  
*Cladophora nigrescens* Zanardini ex Frauenfeld  
*Cladophora pellucida* (Hudson) Kützinger  
*Cladophora prolifera* (Roth) Kützinger  
*Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützinger  
*Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützinger  
*Cladophora sericea* (Hudson) Kützinger  
*Codium bursa* (Linnaeus) C. Agardh  
*Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser  
*Derbesia tenuissima* (Moris et De Notaris) P. et H. Crouan  
*Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin  
*Halimeda tuna* (J. Ellis et Solander) J.V. Lamouroux  
*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen v. *furcellata*  
*Ulvella lens* P. et H. Crouan  
*Ulvella setchellii* P.J.L. Dangeard  
*Valonia aegagropila* C. Agardh  
*Valonia macrophysa* Kützinger  
*Valonia utricularis* (Roth) C. Agardh  
*Ventricaria ventricosa* (J. Agardh) Olsen et J. A. West

In spring, 205 taxa were found, of which 157 Rhodophyta (77%), 25 Ochrophyta (12%) and 23 Chlorophyta (11%); in autumn, 157 taxa were recorded, among which 119 Rhodophyta (76%), 17 Ochrophyta (11%) and 21 Chlorophyta (13%).

The *Cystoseiretum strictae* Molinier 1958, having *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory as a “characteristic” species of the community, is the phytocoenosis present in the upper infralittoral fringe in all stations and in both seasons with

the exception of Porto Selvaggio, where a community dominated by *Corallina elongata* J. Ellis *et* Solander was observed in autumn. In the *Cystoseiretum strictae* community, few associated taxa were present, some of them being species belonging to the order Cystoseiretalia with high cover values [e.g. *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux, *Jania rubens* (Linnaeus) J.V. Lamouroux v. *rubens*]. Most of the epiphytes of *C. amentacea* plants were ubiquitous taxa. At Porto Cesareo, Paritone and Porto Selvaggio both colonial diatoms and Cyanophytes as well as small mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) were observed.

In both Porto Cesareo and Nardò, from -6 m to -10 m, a degraded facies of the photophilous community *Cystoseiretum crinitae* Boudouresque 1971 was observed, where *Cystoseira crinita* Duby itself was absent and only some species characteristic of such phytocoenosis - e.g. *Padina pavonica* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, *Dictyota fasciola* (Roth) J.V. Lamouroux, *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff *et* Nizamuddin, *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser and *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh - were present, all of them with high cover values.

At the same depth, at Porto Selvaggio a more impoverished facies of the above community was present.

At Nardò, in some areas, between -12 m and -18 m, a community dominated by both *Cladophora prolifera* (Roth) Kützing and *Dasycladus vermicularis*, which *Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh joined in spring, was detected; while at -18 m, a degraded facies of the coralligenous was present.

At Porto Selvaggio, at about -23 m, only the macroalgal assemblage typical of the dead "mattes" of *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile was observed, colonized by *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh v. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman *et* Boudouresque which was replacing *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux and reached 60% of the total cover in October.

The higher species richness was found in spring. In both seasons, the station with the highest species number was Nardò. The results of the ANOVA test showed that the differences among the seasons were not significant.

The diversity index values, calculated in both seasons and in each station, were rather low, and not different among the stations within the same season, but different between seasons with autumn values significantly higher, from a statistic point of view, than the spring ones (Tab. 2).

Tab. 2 - Diversity index values in the four stations and in the two seasons.

*Indice di diversità calcolato nelle quattro stazioni nelle due stagioni.*

|        | Nardò | Paritone | Porto Selvaggio | Porto Cesareo |
|--------|-------|----------|-----------------|---------------|
| Spring | 0.9   | 1.2      | 1.3             | 0.9           |
| Autumn | 1.8   | 1.9      | 1.8             | 1.9           |

Generally, the R/P ratio values resulted high, with the lowest value at Porto Cesareo (R/P=3.7) and the highest one at Porto Selvaggio (R/P=9.3), both in autumn. ANOVA test showed that the differences among the values of this index were not significant by seasons.

The cluster analysis showed that the stations Nardò and Porto Selvaggio had a high similarity in species composition in both seasons, since they clustered and separated from Paritone and Porto Cesareo, which grouped among them, as also confirmed by nMDS.

Another non-indigenous species, the Rhodophycean *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris was collected, with rather negligible cover, in all sampling stations, with the exception of Paritone.

## Conclusions

The total species number was rather high in comparison with both other Apulian areas (Cecere *et al.*, 2000) and other protected areas (Piazzi *et al.*, 2004).

The division of the Rhodophyta is the most represented and the percentages among the divisions did not vary by seasons. The dominance of Rhodophyta is a sign of perturbation, since it is well known that most of them have a wide ecological valence and are often found in polluted environments (Huvè *et al.*, 1973; Belsher, 1977; Cecere *et al.*, 1991; Giaccone, 1993).

In the investigated area, *Cystoseiretum strictae* Molinier 1958 was the only well characterized phytocoenosis detected in the upper infralittoral fringe; such community, which is typical of this level in the western Mediterranean (Perrera & Giaccone, 1986), was here present with an impoverished facies compared with the same association present in other localities (Pizzuto *et al.*, 1995; Di Dio *et al.*, 1998) as also confirmed by the presence of many ubiquitous species as well as of both Cyanophytes and colonial diatoms. At Porto Selvaggio, the *Cystoseiretum strictae* was being replaced by a community dominated by *Corallina elongata*, which characterizes coastal environments polluted especially by sewer outlets (Belsher, 1977), as also suggested by the presence of the *Mytilus galloprovincialis* facies.

In the upper infralittoral zone, only vestiges of the *Cystoseiretum crinitae* Molinier 1958 (Giaccone, 1971), belonging to the Mediterranean photophilous infralittoral associations (Cormaci, 1995), were observed. This association once was probably present with the *Cystoseira elegans* Sauvageau facies (Boudouresque, 1971b), as suggested by the finding of this taxon about twenty years ago (Pardi *et al.*, 1988).

At Nardò, at depths higher than 12 m, the high cover values of species characteristic of sediment rich bottoms, e.g. *Dasycladus vermicularis*, *Wrangelia penicillata*, *Cladophora prolifera* (Giaccone, 1971; Hoek van Den, 1976), suggested that the area is subject to a strong sedimentation. However, as the *Cladophora prolifera* association was already reported more than thirty years ago (Parenzan, 1970), it is likely that this phenomenon has always occurred and, therefore, it does not depend on the recent anthropogenic impact.

At Porto Selvaggio, beyond -20 m, the dead "matte" gave evidence that a *P. oceanica* meadow was present. The finding of the non indigenous species *C. racemosa* showed that the area is subject also to the biological pollution.

The low values of both the species number and the diversity index [equal to 3.7 in unimpacted Mediterranean areas (Belsher, 1977)] as well as the very high values of the R/P ratio [here considered as an ecological index (Cormaci *et al.*, 1985], due to the clear predominance of Rhodophyta, confirmed the environment perturbation. Evidence of the negative effect of sewage discharge on the hard substrata assemblages around the domestic outfall of Nardò is also provided by Terlizzi *et al.* (2002).



The differences in species composition, recorded among the stations, were, probably, more linked to the different bottom features than to the possible different kind of anthropogenic impact. So, Porto Cesareo and Paritone, where seaweed communities are present to –6 m at most, had similar species composition as well as Nardò and Porto Selvaggio, where seaweed communities are present to about –20 m, even though this last locality is not included in the reserve.

In conclusion, the present paper showed that the macroalgal assemblages inside the reserve are probably different from those present about thirty years ago and that, most likely, their regression is still on, even though such a regressive process is very slow. Moreover, the phytocoenoses off Porto Selvaggio, which falls outside the reserve, are more stressed in comparison with the ones inside the reserve itself, which suggests a worse environmental quality. This also means that the institution of the reserve around Porto Cesareo did reach, at least partially, the aim to protect the coastal environment of this zone. Therefore, every effort should be done to remove all the obstacles (stalling plants, yachting, building abusiveness) which still hinder the completion of this action of conservation for such a naturalistic valuable locality.

### Riassunto

Sono state studiate le comunità fitobentoniche, sia all'interno che all'esterno, della riserva marina di Porto Cesareo (Mar Ionio, Italia meridionale). In nessuna località sono state osservate fitocenosi ben strutturate. Solo nella frangia infralitorale superiore è stata osservata una facies impoverita del *Cystoseiretum strictae* in tutte le stazioni, tranne che a Porto Selvaggio, che non rientra nella riserva, dove le comunità presenti erano molto più degradate. Molto probabilmente, questo è un indice di una regressione che è ancora in atto sia all'esterno che all'interno dell'area protetta, dove, tuttavia, tale processo regressivo è più lento. Ciò conferma l'importanza della conservazione e suggerisce la necessità di un controllo più adeguato.

### Acknowledgements

Our best regards to Prof. Boero (University of Lecce) who involved us in the INTERREG Project and to Prof. M. Cormaci and Prof. G. Furnari (University of Catania) for the nomenclatural revision. Dr M. Catra (University of Catania) is also sincerely thanked for the sample collection.

### References

- BELSHER T. (1977) – *Analyse des répercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros)*. These de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle d'Océanologie, Centre Universitaire de Marseille-Luminy, Université d'Aix-Marseille II: 287 pp.
- BOUDOURESQUE Ch.F. (1970) – *Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale)*. These Doct. Marseille Luminy: 624 pp.
- BOUDOURESQUE Ch.F. (1971a) – *Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos)*. *Tethys*, **3**: 79-104.
- BOUDOURESQUE Ch.F. (1971b) – *Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des cotes varoises*. *Vegetatio, Acta Geobotanica*, **22** (1-3): 83-184.
- CECERE E., CORMACI M., FURNARI G. (1991) – The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (southern Italy): a re-assessment. *Bot. Mar.*, **34**: 221-227.
- CECERE E., PETROCELLI A., ALONGI G., SARACINO O.D., CORMACI M., FURNARI G. (2000) – Marine benthic flora of the Gargano promontory (Adriatic Sea, southern Italy). *Flora Mediterranea*, **10**: 325-347.



- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) – Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Nat. Environ. Res. Coun., UK.
- CO.N.I.S.MA. (2001) – Progetto Interreg Italia-Grecia, Misura 3.1, *Qualità dei Sistemi Marini Costieri e Proposte di Localizzazione di Aree Marine Protette*. Relazione finale consegnata alla Regione Puglia: 97 pp.
- CORMACI M. (1995) – Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, **129**: 357-366.
- CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA P., MANNINO A.M. (1985) – Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, **18**: 829-850.
- DI DIO V., DI MARTINO V., GIACCONE G. (1998) – La vegetazione a *Cystoseira amentacea* Bory v. *stricta* Montagne (Fucophyceae, Fucales) di Capo S. Alessio (ME). *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, **30**: 205-223.
- GIACCONE G. (1971) – Contributo allo studio dei popolamenti algali del basso Tirreno. *Annali dell'Università di Ferrara*, sez. IV, *Botanica*, **4** (2): 17-43.
- GIACCONE G. (1993) – The vertical zonation along the phytal system in the Mediterranean Sea and the effects of municipal and industrial waste-water disposal on phytobenthos communities. 5<sup>th</sup> OPTIMA Meeting, Istanbul, 8-15 September 1986: 47-56.
- HOEK VAN DEN C. (1976) – *Revision of the European species of Cladophora*. Koeltz Science Publisher, Koenigstein: 248 pp, 55 plates.
- HUVÉ H., KIENER A., RIOUALL R. (1973) – Modifications de la flore et des populations ichtiologiques des étangs de Berre et de Vaine (Bouches-du-Rhône) en fonction des conditions hydrologiques créées par le déversament de la Durance. *Bull. Museum Hist. Nat. Marseille*, **33**: 123-134.
- PARDI G., SALGHETTI DRIOLI U., DELLA PIETÀ F. (1988) – Vegetazione bentonica. In: *Studio ecologico dell'area marina di Porto Cesareo*, Congedo Ed., Galatina (LE): 67-71.
- PARENZAN P. (1970) – La *Cladophora prolifera* Kütz. del Golfo di Taranto e possibilità di una sua valorizzazione economica. In: C.N.R. Laboratorio di Tecnologia della Pesca, Ente Fiera Internazionale della Pesca (eds), *Possibilità di utilizzazione industriale delle alghe in Italia*, Tecnografica, Falconara Marittima (AN): 12-21.
- PERRERA G., GIACCONE G. (1986) – *Il mare costiero visto dal biologo*. Stampatori Tipolitografi Associati, Palermo: 152 pp.
- PIAZZI L., BALATA D., CINELLI F. (2004) – Species composition and morphological groups of macroalgal assemblages around Gorgonia Island (north-western Mediterranean Sea). *Cryptogamie, Algol.*, **25**: 19-38.
- PIZZUTO F., PRESTI C., SERIO D. (1995) – Struttura e periodismo di un popolamento a *Cystoseira amentacea* Bory v. *stricta* Montagne (Fucales, Fucophyceae) del litorale catanese. *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, **28**: 23-43.
- TERLIZZI A., FRASCHETTI S., GUIDETTI P., BOERO F. (2002) – The effect of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. *Mar. Poll. Bull.*, **44**: 544-550.

This research was carried out within the Research Project INTERREG II Italy-Greece, Asse 3 “Environment” Measure 3.1 “Net of monitoring seawater in both the southern Adriatic and the Ionian Sea”.

A. FALACE, A. DI PASCOLI, G. BRESSAN

Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, Via L. Giorgieri, 10 - 34127 Trieste, Italia.  
falace@univ.trieste.it

## VALUTAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ NELLA RISERVA MARINA DI MIRAMARE (NORD ADRIATICO): MACROALGHE MARINE BENTONICHE

### *MIRAMARE MARINE PROTECTED AREA (TRIESTE): ALGAL BIODIVERSITY*

#### **Abstract**

*The aim of this work was the evaluation of Miramare Marine Protected Area (Gulf of Trieste) algal biodiversity and of its spatial and temporal variations. A total of 144 taxa at specific and infraspecific level were identified: 96 Rhodophyceae, 21 Phaeophyceae, 27 Chlorophyceae. From the comparison with the previous floristic lists 73 species are listed for the first time, but on the contrary 36 species, previously reported, disappeared. From a qualitative point of view, it was possible to underline: a reduction/disappearance of sensitive groups of species, like Fucales; a structural deterioration of photophilous associations; an increase of opportunist species. The analysis of the spatial variations indicated that the Miramare MPA represents from a floristic point of view a habitat relatively uniform: any interference due to diving and seawatching activity was notice on the algal population.*

**Key-words:** biodiversity, macroalgae, MPA, gulf of Trieste, North Adriatic Sea.

#### **Introduzione**

La conservazione della biodiversità e la valorizzazione di habitat di particolare pregio sono obiettivi primari delle Aree Marine Protette (AMP) (Davis e Tisdell, 1995; Agardy *et al.*, 2003; Giangrande, 2003) ed il monitoraggio delle risorse biologiche al loro interno costituisce un essenziale strumento di gestione e verifica dell'efficacia delle azioni di tutela intraprese (Giangrande, 2003). In particolare programmi di ricerca mirati alla raccolta di informazioni tassonomiche, biogeografiche ed ecologiche, e quindi la produzione di inventari e di database, contribuiscono alla corretta valutazione degli impatti umani sulla biodiversità marina ed alla documentazione dei cambiamenti spazio-temporali delle comunità biotiche (Phillips, 1998; Stork e Samways, 1995; Stork *et al.*, 1996; Giangrande, 2003; Martellos *et al.*, 2005). Tali informazioni possono essere utilizzate anche per sviluppare opportune strategie di conservazione nelle aree protette e nell'ambiente marino in generale.

I popolamenti del macrofitobenthos, ampiamente utilizzati per caratterizzare e monitorare la fascia costiera, sono considerati ottimi descrittori delle caratteristiche ambientali, in grado di evidenziare attraverso la loro struttura e ricchezza specifica le variazioni nel tempo dei principali parametri chimico-fisici e biotici (Underwood e Peterson, 1988; Walker e Kendrick, 1998; Cormaci e Furnari, 1999; Piazzi *et al.*, 2002).

Scopo del presente lavoro è la valutazione della biodiversità delle macroalghe marine bentoniche nella Riserva Naturale Marina di Miramare e delle sue variazioni spazio-temporali.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nella Riserva Naturale Marina di Miramare, situata nel Golfo di Trieste (Nord Adriatico), 8 Km a nord-ovest dal centro della città (lat. 45°42'08"N, long. 13°42'42"E). Nel 1986 l'area protetta è divenuta riserva marina di competenza dello Stato, gestita dall'Associazione italiana per il WWF. L'attuale estensione è di 121 ha, suddivisa in una zona di riserva integrale (30 ha), segnalata a 200m dalla costa da boe luminose e, dal 1995, in una fascia di divieto di pesca (*buffer zone*) a 400 m dal limite esterno della Riserva (AA.VV, 1999).

L'analisi floristica è stata condotta durante due successive campagne di studio della durata di un anno ciascuna (febbraio 1999- marzo 2000 e luglio 2002- giugno 2003).

Al fine di valutare l'incidenza delle diverse attività svolte all'interno della Riserva sui popolamenti algali, nell'area sono state individuate quattro stazioni, designate da M1 a M4, sulla base dei risultati ottenuti durante il primo anno di studio. La stazione M1 è caratterizzata da scogli sommersi dove le visite subacquee, che potrebbero costituire un fattore di disturbo, non vengono effettuate; la stazione M2, zona visitata sia da subacquei che da apneisti, è costituita da massi naturali che formano una barriera davanti al punto d'ingresso in acqua; la stazione M3 è costituita da radi massi e fondale sabbioso, e rappresenta la zona di passaggio dalla riva alla scogliera esterna al castello; la stazione M4, è costituita dalla scogliera lungo il ciglio del Castello di Miramare e rappresenta l'area di maggior interesse per le attività subacquee.

I rilevamenti floristici, nei due anni di studio, sono stati condotti mensilmente in immersione con ARA, mediante erborizzazione e grattaggi di aree significative lungo transeetti paralleli e perpendicolari alla linea di costa, dalla superficie fino al limite batimetrico raggiunto dalla vegetazione (max. prof. 9 m). I campioni raccolti sono stati fissati in una soluzione di acqua di mare e formalina al 4% e gli esemplari determinati sono conservati presso il Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste, dove è stato allestito un erbario umido ed una banca dati di immagini digitali (Di Pascoli *et al.*, 2005). La lista floristica è stata compilata seguendo fondamentalmente la nomenclatura proposta da Furnari *et al.* (2003). Gli elementi fitogeografici sono indicati secondo la classificazione proposta da Cormaci *et al.* (1982).

Per descrivere le variazioni spazio-temporali della vegetazione i dati floristici sono stati elaborati utilizzando il programma di analisi multivariata Mulva 4.

I cambiamenti nel tempo della biodiversità algale della Riserva sono stati valutati confrontando i dati ottenuti dalla presente ricerca con precedenti liste floristiche redatte per la stessa area di studio da Franzosini e Bressan (1988), Bussani e Vukovic (1992), Bressan *et al.* (2000). In seguito ad aggiornamento nomenclaturale, sono stati ricalcolati il numero totale di specie, lo spettro floristico, l'indice biogeografico e la percentuale degli elementi fitogeografici, e comparati successivamente con i dati recenti.

## Risultati

Complessivamente sono stati censiti 144 taxa a livello specifico e infraspecifico, di cui 96 Rhodophyceae, 21 Phaeophyceae e 27 Chlorophyceae (Lista floristica).

L'ordinamento prodotto con il coefficiente di correlazione (Fig. 1), mostra un evidente gradiente nella distribuzione dei rilievi mensili legato al periodismo stagionale, espresso dall'andamento ciclico della distribuzione dei rilievi.

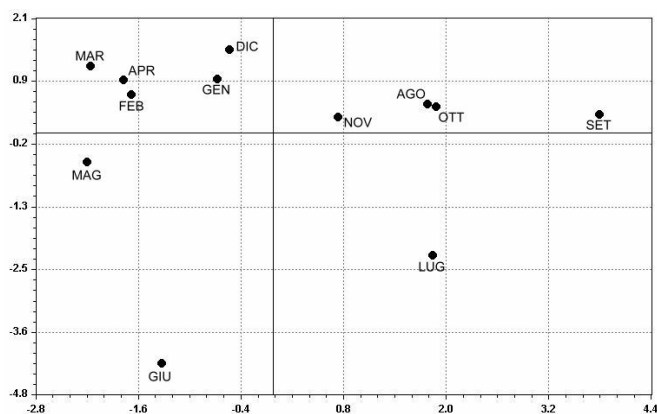


Fig. 1 - Ordinamento (coefficiente di correlazione) che evidenzia il periodismo stagionale dei rilievi floristici.

*Ordination (correlation coefficient) showing the floristic samples seasonality.*

L'elaborazione condotta allo scopo di rilevare eventuali gradienti spaziali nella composizione algale, qui non riportata, non ha evidenziato significative differenze tra le stazioni di campionamento. Il 57% delle specie censite è stato rinvenuto in tutte e quattro le stazioni, che sono caratterizzate da un numero comparabile di specie. Il numero medio di specie rilevato ogni mese nelle diverse stazioni è di 44, il valore minimo (33 specie) è stato registrato ad ottobre nella stazione M4, mentre quello massimo (54 specie) è stato riscontrato a febbraio nella stazione M2.

Tab. 1 - Numero di specie censite nel presente lavoro ed in precedenti ricerche condotte da altri Autori nella Riserva di Miramare.

*Species number of the Miramare MPA flora reported in previous and present researches.*

|                   | FRANZOSINI<br>E BRESSAN<br>(1988) | BUSSANI E<br>VUKOVIC<br>(1992) | BRESSAN<br>ET AL. (2000) | PRESENTE<br>STUDIO<br>(2003) |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Numero specie     | 29                                | 48                             | 65                       | 144                          |
| Esclusive 1988    | 1                                 |                                |                          |                              |
| Esclusive 1992    |                                   | 15                             |                          |                              |
| Esclusive 2000    |                                   |                                | 17                       |                              |
| Esclusive<br>2003 |                                   |                                |                          | 73                           |

Nella Tab. 1 è indicato il numero di specie segnalate per l'area in esame da diversi Autori. Dal confronto della ricchezza specifica si evidenzia un progressivo e costante incremento negli anni del numero di specie. In Tab. 2 sono riportati

gli spettri corologici relativi all'intero Golfo di Trieste (Falace, 2001) e alla stazione di Miramare (Franzolini e Bressan, 1988; Bussani e Vukovic, 1992; Bressan *et al.*, 2000). E' possibile evidenziare valori anomali, rispetto a quelli dell'intero Golfo, soprattutto nel gruppo delle Cosmopolite (58,62% in Franzolini e Bressan, 1988), delle Atlantiche (13,86% in Bressan *et al.*, 2000) e delle Mediterranee (3,45% in Franzolini e Bressan, 1988). Nel grafico di Fig. 2 sono riportati gli spettri floristici relativi a liste prodotte nell'intera area di studio in tempi diversi. Per quanto attiene ai valori dell'indice R/P questi risultano estremamente variabili nelle diverse ricerche passando da un valore minimo di 1,31 (Bussani e Vukovic, 1992) ad un massimo di 7,83 (Bressan *et al.*, 2000).

Tab. 2 - Elementi fitogeografici.

*Phytogeographical elements.*

|                 | Anno        | C     | A     | IA    | M     | AP   | P    | CBA  | IP   |
|-----------------|-------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| <b>Golfo</b>    | <b>2001</b> | 35,2  | 23,9  | 17,9  | 10,7  | 4,6  | 5,1  | 1,5  | 1,0  |
| <b>Miramare</b> | <b>1988</b> | 58,62 | 17,24 | 13,79 | 3,45  | 3,45 | 3,45 | -    | -    |
|                 | <b>1992</b> | 35,42 | 20,83 | 14,59 | 6,25  | 6,25 | 8,33 | -    | 8,33 |
|                 | <b>2000</b> | 38,46 | 13,86 | 23,08 | 10,76 | 3,08 | 7,68 | 3,08 | -    |
|                 | <b>2003</b> | 38,03 | 22,53 | 19,02 | 7,04  | 4,93 | 7,75 | 0,70 | -    |

C=Cosmopolite, A=Atlantiche, IA=Indo-Atlantiche, M=Mediterranee, AP=Atlanto-Pacifiche, P=Pantropici, CBA=Circumboreo-australi, IP=Indo-Pacifiche

**2001:** Falace; **1988:** Franzolini e Bressan; **1992:** Bussani e Vukovic; **2000:** Bressan *et al.*; **2003:** presente studio

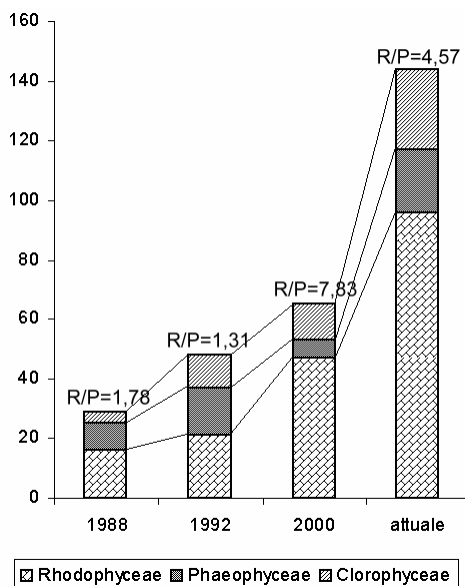


Fig. 2 - Confronto tra gli spettri floristici relativi alla presente ricerca e a studi precedenti (R = Rhodophyceae; P = Phaeophyceae).

*Comparison between the floristic richness of the previous and present floras (R = Rhodophyceae; P = Phaeophyceae).*

La ricchezza specifica (144 taxa) riscontrata nella Riserva di Miramare durante la presente ricerca, risulta relativamente elevata se comparata a quella censita per l'intero Golfo in una recente revisione della flora (207 taxa) (Falace, 2001; Falace e Bressan, 2003), soprattutto tenendo conto che la Riserva in questione è collocata in un'area portuale prossima al centro cittadino.

Inoltre alcune specie rilevate nell'ambito della Riserva non compaiono in altre aree del Golfo (Falace, 2001): *Hydroclathrus clathratus*, *Apoglossum ruscifolium*, *Balliella cladoderma*, *Botryocladia chiajeana*, *Ceramium secundatum*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Plocamium cartilagineum*, *Polysiphonia denudata*, *Polysiphonia fucoides*, *Bryopsis duplex*, *Bryopsis pennata*.

A queste va aggiunta *Tricleocarpa fragilis*, che risulta di nuova segnalazione per il Golfo di Trieste.

Facendo invece riferimento alla flora del Golfo riportata da Furnari *et al.*, 2003 su base esclusivamente bibliografica a partire dal 1950, le specie rilevate nella presente ricerca che non risultano precedentemente segnalate sono 11.

Limitando la comparazione a liste floristiche prodotte per la sola stazione di Miramare (Fig. 3), vengono segnalate 73 (50,7%) nuove specie per l'area di studio; per contro 36 specie non sono state ritrovate. In particolare va segnalata la scomparsa di quasi tutte le Fucales rispetto al lavoro di Bussani e Vukovic (1992). Attualmente all'interno della Riserva è presente solo una specie di quell'ordine, *Cystoseira compressa*, che peraltro è stata artificialmente reintrodotta in seguito ad esperimenti di trapianto.

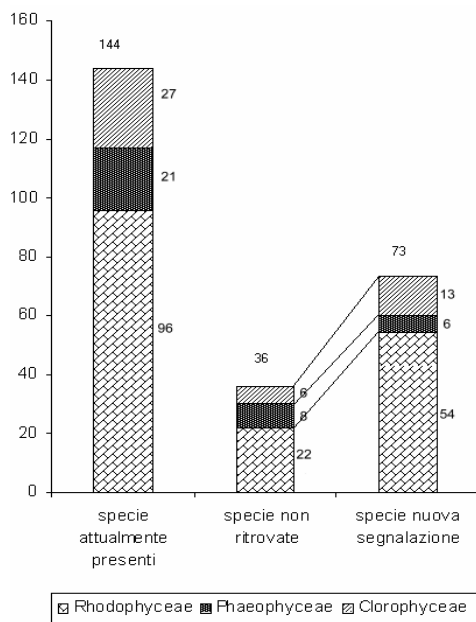


Fig. 3 - Analisi della ricchezza floristica.

*Floristic richness analysis showing the number of species present in this study, previously reported and not found in this study and newly recorded.*

Le variazioni nel tempo della ricchezza specifica evidenziate potrebbero essere legate principalmente ai diversi metodi di indagine utilizzati. Ad esempio il lavoro di Bussani e Vukovic (1992) non sembra rappresentativo del contingente floristico della Riserva, in quanto relativo a quelle che gli Autori hanno ritenuto essere le specie più significative presenti all'interno dell'area protetta. Lo studio di Franzosini e Bressan (1988) è stato condotto con la sola osservazione in immersione. Gli autori stessi evidenziano i limiti metodologici del rilievo senza prelievo sottolineando la necessità di un'erborizzazione più completa. Anche la metodologia seguita da Bressan *et al.*, 2000, che utilizza un numero limitato, per l'area di studio, di transetti radiali posti perpendicolarmente alla linea di costa, se da un lato può risultare in parte utile allo studio della distribuzione batimetrica di alcune componenti del popolamento algale, non sembra fornire sufficienti e significative indicazioni per quanto attiene alla ricchezza specifica, come evidenziato peraltro dai valori particolarmente anomali rilevati dello spettro floristico, corologico e dell'indice R/P (7,83).

Poiché uno dei principali criteri per la scelta di AMP è la conservazione della biodiversità, la sua conoscenza, in termini di numero e distribuzione di taxa presenti, è essenziale per la caratterizzazione del biotopo; inoltre la produzione di check-list di riferimento insieme alla collezione di campioni risultano utili per future comparazioni (Underwood, 1996; Giangrande, 2003). La conoscenza e l'adeguata descrizione del sistema da investigare rappresentano anche un necessario punto di partenza per studi di tipo ecologico-funzionale (Boero, 1996; Giangrande, 2003).

Molti lavori di monitoraggio, soprattutto quelli più recenti, sono spesso condotti con metodologie non distruttive (visuali e/o fotografiche) (Fraschetti *et al.*, 2001; Piazzì *et al.*, 2002; Giangrande, 2003) oppure utilizzando, per la stima della biodiversità e come descrittori delle comunità, gruppi funzionali (Piazzì *et al.*, 2002), livelli tassonomici superiori alla specie (Warwick, 1988; Warwick e Clarke, 1995; Mistri e Rossi, 2000; Ceschia *et al.*, 2004) o il rilevamento soltanto di alcune componenti dell'ecosistema (*key species*), ignorando le specie rare o di piccola taglia (Giangrande, 2003). Le ricerche finora condotte con tali metodologie hanno portato a risultati spesso contraddittori indicando, in particolare, che tali metodi non sono sempre ed ovunque applicabili (Giangrande, 2003; Piazzì *et al.*, 2002).

Tuttavia, come dimostrato nella presente ricerca, anche lo studio condotto privilegiando il solo approccio sistematico per la valutazione della biodiversità, può presentare alcuni limiti. In particolare la variazione del numero di specie, registrate in check-list prodotte in tempi e da autori diversi, può risultare di non facile interpretazione indicando non necessariamente un reale e significativo cambiamento dell'assetto floristico.

Come già evidenziato in precedenti studi condotti nel Golfo di Trieste (Falace, 2001) per una adeguata valutazione della biodiversità nel tempo sono necessarie analisi estensive condotte su tempi sufficientemente lunghi (non ad esempio durante una singola stagione) per conoscere la storia naturale delle comunità algali, in modo da poter verificare ad esempio la presenza di specie rare o "a segnalazione variabile", in funzione dei cicli naturali o per difficoltà di rilevamento perché presenti ad esempio solo per brevi periodi. Inoltre le differenze registrate sono spesso solo apparenti in quanto legate ai diversi metodi di campionamento intrapresi (dimensioni dell'area, sforzo di campionamento), rendendo



difficile la riproducibilità del monitoraggio in tempi diversi. A questo va ovviamente aggiunto quello che Taylor, 1983 (in Giangrande, 2003) definisce “*taxonomic impediment*”.

Per quanto attiene alla biodiversità algale della Riserva di Miramare va segnalato che molte specie censite durante la presente ricerca sono state rinvenute in uno o pochi esemplari. In particolare 25 specie (17,4%) sono state ritrovate in tutti i rilievi mensili, mentre 22 specie (15,3%) sono state ritrovate una sola volta durante i due anni di studio. 92 specie (63,8%) sono invece risultate comuni ad entrambe le campagne di studio e quindi possono essere considerate come maggiormente caratterizzanti la Riserva di Miramare.

Dal punto di vista quantitativo, le osservazioni condotte durante il campionamento hanno evidenziato, in accordo con quanto rilevato per altre aree del Golfo e del Nord Adriatico in generale (Munda 1993a, 1993b, 2000; Falace, 2001; Falace e Bressan, 2000, 2003) una significativa riduzione/scomparsa di specie sensibili soprattutto di quelle caratterizzanti i popolamenti fotofili di substrato duro, come ad esempio *Fucus virsoides*, *Cystoseira* spp., *Sargassum* spp., accompagnata dalla diffusione di *turf species* e da un generale incremento di Rhodophyceae, probabilmente in relazione alla ridotta trasparenza delle acque e alla forte sedimentazione caratterizzanti questo bacino. I cambiamenti evidenziati hanno modificato la fisionomia della vegetazione, che attualmente risulta dominata da poche specie, escludendo la possibile applicazione di qualunque rilievo che non comprenda il prelievo di campioni. Queste specie infatti, non visibili a causa delle ridotte dimensioni, forniscono un importante contributo alla biodiversità del sito (e anche alla produttività primaria) ma non concorrono nel definire fisionomicamente la vegetazione.

Infine le analisi condotte nell'ambito della Riserva hanno permesso di evidenziare l'esistenza di un forte gradiente stagionale, in accordo con le marcate variazioni dei parametri chimico-fisici, caratteristiche di questo settore biogeografico, mentre l'analisi delle variazioni spaziali e le osservazioni condotte in immersione hanno messo in evidenza che, per quanto attiene alla biodiversità algale, la Riserva di Miramare costituisce un habitat relativamente uniforme; non persiste quindi la supposta interferenza sull'assetto floristico esercitata dalle attività subacquee e di *seawatching*, svolte regolarmente da aprile ad ottobre.

## Conclusioni

Nel Golfo di Trieste gli stress ecologici subiti dall'ambiente negli ultimi 30 anni ad opera di impatti di diversa natura legati ad una gestione non sempre razionale della fascia costiera, che causano inquinamento, eutrofizzazione e perdita di habitat, hanno determinato in modo particolarmente evidente un generale impoverimento quali-quantitativo del macrofitobenthos (Munda 1993a; 1993b; 2000, Falace, 2001; Falace e Bressan, 2000; 2003). Le alterazioni evidenziate sono la risultante di complesse e non sempre definite interazioni tra fattori antropici e fattori ambientali (correnti, sedimentazione), a loro volta correlati a cambiamenti climatici generali, che possono risultare particolarmente severi in un ambiente instabile come il Nord Adriatico (Falace, 2001; Falace e Bressan., 2000; 2003; Munda, 2000).

Infine il declino e la scomparsa di *canopy algae* ha portato ad un deterioramento strutturale delle comunità fotofile e ad un generale incremento nella

copertura di *turf forming species* simile a quella già evidenziata in diverse aeree del Mediterraneo (Cormaci e Furnari, 1999; Munda 1993a, 1993b, 2000; Falace, 2001; Falace e Bressan, 2000; 2003; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001).

### Summary

The aim of this work was the evaluation of Miramare Marine Protected Area (Gulf of Trieste) algal biodiversity and of its spatial and temporal variations. Two consecutive monitoring researches (Mar 1999-Feb 2000 and July 2002-June 2003) were conducted with monthly samplings. Following the results obtained during the first year, the area was divided in 4 stations to evaluate the influence of different activities carried out within the protected area.

A total of 144 taxa at specific and infraspecific level were identified: 96 Rhodophyceae, 21 Phaeophyceae, 27 Chlorophyceae. From the comparison with the previous floristic lists 73 species are listed for the first time and 36 species, previously reported, disappeared.

From a qualitative point of view, it was possible to underline: 1) a reduction/disappearance of sensitive groups of species, like Fucales; 2) a structural deterioration of photophilous associations, already reported for several Adriatic areas; 3) an increase of opportunist species, mainly Rhodophyceae.

Nevertheless these observations, the algal biodiversity within the Miramare Marine Protected Area resulted relatively elevated if compared with other areas of the Gulf of Trieste, even if many species were found in few specimens.

The analysis of the floristic temporal pattern highlighted a seasonal gradient according to the marked variations of the principal environmental parameters, that characterised this biogeographical sector.

The analysis of the spatial variations indicated that, from a floristic point of view, the Miramare MPA represents a habitat relatively uniform: any interference due to diving and seawatching activity was notice on the algal population.

### Bibliografia

- AA. VV. (1999) - *Da Punta Sottile alla foce del Tagliamento. Gli ambienti marini e costieri del Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia-Azienda regionale Parchi e Foresta. Riserva Naturale Marina di Miramare-WWF Italia-Ministero dell'Ambiente: 144 pp.
- AGARDY T., BRIDGEWATER P., CROSBY M.P., DAY J., DAYTON P.K., KENCHINTON R., LAFFOLEY D., MCCONNEY P., MURRAY P.A., PARKS J.E., PEAU L. (2003) - Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **13**: 353-367.
- BENEDETTI-CECCHI L., PANNACCIULLI F., BULLERI F., MORCHELLA P.S., AIROLDI L., RELINI G., CINELLI F. (2001) - Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Mar. Ecol. Progr. Series*, **214**: 137-150.
- BOERO F. (1996) - Specie, biodiversità e comunità. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (17): 13-20.
- BRESSAN G., TREBBI F., BABBINI L. (2000) - Variazione della distribuzione batimetria di macrofitobenthos nel parco marino di Miramare (Golfo di Trieste) in rapporto a condizioni edafiche. *Biol. Mar. Medit.*, **7**: 528-540.
- BUSSANI M., VUKOVIC A. (1992) - Le alghe di Miramare. *Hydrores Inform.*, **10** (Suppl.): 4-48.
- CESCHIA C., FALACE A., WARWICK R. (2004) - Biodiversity evaluation of the algal flora in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) using taxonomic distinctness indices. *Bio. Mar. Medit.*, **11** (3): 19 p.
- CORMACI M., DURO A., FURNARI G. (1982) - Considerazioni sugli elementi fitogeografici della flora algale della Sicilia. *Naturalista Sicil.*, **6** (Suppl.): 7-14.
- CORMACI M., FURNARI G. (1999) - Changes of the benthic algal flora of the Tremiti Islands (Southern Adriatic) Italy. *Hydrobiol.*, **398/399**: 75-79.

- DAVIS D., TISDELL C. (1995) - Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, **26** (1): 19-40.
- DI PASCOLI A., TONIOLO M., FALACE A., BRESSAN G. (2005) - Sviluppo di un database utile alla conoscenza della biodiversità algale in aree marine protette. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 135-136.
- FALACE A. (2001) - Variazioni fisionomiche spazio-temporali della vegetazione sommersa del Golfo di Trieste. Tesi dottorato, Univ. Trieste.
- FALACE A., BRESSAN G. (2000) - Le macrophytobenthos du Golfe de Trieste: trente ans après. *Proceed. First Medit. Symp. Marine Vegetation*, Ajaccio, Corsica 3-4 ottobre: 136-140.
- FALACE A., BRESSAN G. (2003) - Changes of algal flora in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Boccone*, **16** (2): 1033-1037.
- FRANZOSINI C., BRESSAN G. (1988) - Calibrazioni metodologiche nello studio del macrofitobenthos della Riserva - Parco Marino di Miramare (Trieste) Italy: 1. Rilievi senza prelievi. *Atti Mus. Civico Storia Nat. Trieste*, **41**: 143-159.
- FRASCHETTI S., BIANCHI C.N., TERLIZZI A., FANELLI G., MORRI C.L., BOERO F. (2001) - Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Mar. Ecol.*, **212**: 1-12.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONI G., SERIO D. (2003) - Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (1): 1-482.
- GIANGRANDE A. (2003) - Biodiversity, conservation, and the Taxonomic impediment. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **13**: 451-459.
- MARTELLOS S., ALONGI G., FALACE A., CORMACI M., GIACCONE G., NIMIS P.L. (2005) - Un sistema di identificazione interattivo applicato alle macroalghe bentoniche. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 31-41.
- MISTRI M., ROSSI R. (2000) - Levels of taxonomic resolution and choice of transformation sufficient to detect community gradients: an approach to hard-substrata benthic studies. *Italian Jour. Zool.*, **67** (2): 163-169.
- MUNDA I. (1993a) - Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiol.*, **260/261**: 239-253.
- MUNDA I. (1993b) - Impact of pollution on benthic marine algae in the Northern Adriatic. *Intern. Journ. Environmental Studies*, **43**: 185-199.
- MUNDA I. (2000) - Long-term marine floristic changes around Rovinj (Istrian coast, North Adriatic) estimated on the basis of historical data from Paul Kuckuck's field diaries from the end of the 19<sup>th</sup> century. *Nova Hedwigia*, **71** (1-2): 1.36.
- PHILLIPS J.A. (1998) - Marine conservation initiatives in Australia: their relevance to the conservation of macroalgae. *Bot. Mar.*, **41**: 95-103.
- PIAZZI L., PARDI G., BALATA D., CECCHI E., CINELLI F. (2002) - Seasonal dynamics of a subtidal North-Western Mediterranean Macroalgal Community in relation to depth and substrate inclination. *Bot. Mar.*, **45**: 243-252.
- STORK N.E., SAMWAYS M.J. (1995) - Inventorying and Monitoring. In: Heywood V.H. (ed), *Global Biodiversity Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge: 453-543.
- STORK N.E., SAMWAYS M.J., EELEY C. (1996) - Inventorying and Monitoring Biodiversity. *TREE*, **11**: 34-40.
- UNDERWOOD A.J. (1996) - Detection, interpretation, prediction and management of environmental disturbances; some roles for experimental marine ecology. *Experimental Jour. Mar. Biol. Ecol.*, **200**: 1-27.
- UNDERWOOD A.J., PETERSON C.H. (1988) - Towards an ecological framework for investigative pollution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **46**: 227-234.
- WALKER D.I., KENDRICK G.A. (1998) - Threats to macroalgal diversity: marine habitat destruction and fragmentation, pollution and introduced species. *Bot. Mar.*, **41**: 105-112.
- WARWICK R.M. (1988) - The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.*, **19**: 259-268.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (1995) - New "biodiversity" measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **129**: 310-305.

**Chlorophyceae**

*Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) P.C. Silva  
*Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin  
*Bryopsis corymbosa* J.Agardh  
*Bryopsis duplex* De Notaris  
*Bryopsis hypnoides* J.V. Lamouroux  
*Bryopsis pennata* J.V.Lamouroux  
*Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh  
*Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing  
*Cladophora dalmatica* Kützing  
*Cladophora echinus* (Biasoletto) Kützing  
*Cladophora fereday* Harvey  
*Cladophora pellucida* (Hudson) Kützing  
*Cladophora prolifera* (Roth) Kützing  
*Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing  
*Codium vermilara* (Oliv.) Delle Chiaje  
*Derbesia tenuissima* (Moris et De Notaris) P. et H. Crouan  
*Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin  
*Halimeda tuna* (J.Ellis et Solander) J.V. Lamouroux  
*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen  
*Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret  
*Ulva compressa* Linnaeus  
*Ulva intestinalis* Linnaeus  
*Ulva laetevirens* Areschoug  
*Ulva linza* Linnaeus  
*Ulva radiata* (J.Agardh) H.S. Hayden et al.  
*Valonia macrophysa* Kützing  
*Valonia utricularis* (Roth) C.Agardh

**Phaeophyceae**

*Asperococcus bullosus* J.V. Lamouroux  
*Asperococcus ensiformis* (Delle Chiaje) M.J. Wynne  
*Cladostephus spongiosus* (Hudson) C.Agardh  
*Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès et Solier  
*Cutleria multifida* (J.E. Smith) Greville  
*Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin  
*Dictyopteris polypodioides* (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux  
*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux v. *dichotoma*  
*Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux v. *intricata* (C.Agardh) Greville  
*Ectocarpus fasciculatus* Harvey  
*Fucus virsoides* J.Agardh  
*Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing  
*Hinckesia sandriana* (Zanardini) P.C. Silva  
*Hydroclathrus clathratus* (Bory ex C. Agardh) M. Howe  
*Padina pavonica* (Linnaeus) J.V. Lamouroux  
*Scytosiphon dotyi* M.J. Wynne  
*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link  
*Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.Agardh  
*Sphacelaria plumula* Zanardini  
*Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing  
*Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva

**Rhodophyceae**

*Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer

*Aglaothamnion tripinnatum* (C.Agardh) Feldmann-Mazoyer  
*Anotrichium furcellatum* (J.Agardh) Baldock  
*Antithamnion cruciatum* (C.Agardh) Nägeli  
*Apoglossum ruscifolium* (Turner) J.Agardh  
*Asparagopsis armata* Harvey (solo tetrasporofito)  
*Audouinella daviesii* (Dillwyn) Woelkerling  
*Balliella cladoderma* (Zanardini) Athanasiadis  
*Boergesenella fruticulosa* (Wulfen) Kylin  
*Botryocladia botryoides* (Wulfen) Feldmann  
*Botryocladia chiajeana* (Meneghini) Kylin  
*Callithamnion corymbosum* (J.E. Smith) Lyngbye  
*Calosiphonia dalmatica* (Kützing) De Toni  
*Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluzeau  
*Ceramium codii* (H. Richards) Feldmann-Mazoyer  
*Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth  
*Ceramium flaccidum* (Kützing) Ardissonne  
*Ceramium secundatum* Lyngbye  
*Ceramium siliculosum* (Kützing) Maggs et Hommersand  
*Ceramium tenerrium* (G. Martens) Okamura  
*Ceramium virgatum* Roth  
*Champia parvula* (C.Agardh) Harvey  
*Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq  
*Chondracanthus teedei* (Roth) Kützing  
*Chondria coerulescens* (J.Agardh) Falkenberg  
*Chondria dasyphylla* (Woodward) C.Agardh  
*Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding  
*Compsothamnion thuyoides* (J.E. Smith) Nägeli  
*Corallina elongata* J.Ellis et Solander  
*Corallina officinalis* Linnaeus  
*Corallophila cinnabarina* (Grateloup ex Bory) R.E. Norris  
*Crouania attenuata* (C.Agardh) J.Agardh  
*Cryptonemia lomation* (A.Bertoloni) J.Agardh  
*Dasya hutchinsiae* Harvey  
*Dasya ocellata* (Grateloup) Harvey  
*Dasya rigidula* (Kützing) Ardissonne  
*Dudresnaya verticillata* (Withering) Le Jolis  
*Gastroclonium clavatum* (Roth) Ardissonne  
*Gastroclonium reflexum* (Chauvin) Kützing  
*Gelidiella nigrescens* (Feldmann) Feldmann et Hamel  
*Gelidium crinale* (Turner) Gaillon  
*Gelidium pulchellum* (Turner) Kützing  
*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis  
*Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva  
*Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) Steentoft, L.M. Irvine et Farnham  
*Griffitsia schousboei* Montagne  
*Halitilton virgatum* (Zanardini) Garbary et H.M. Johansen  
*Halopithys incurva* (Hudson) Batters  
*Halymenia floresia* (Clemente) C.Agardh  
*Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn  
*Herposiphonia tenella* (C.Agardh) Ambronn  
*Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux  
*Jania longifurca* Zanardini  
*Jania rubens* (Linnaeus) J.V. Lamouroux  
*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux

- Lithophyllum incrustans* Philippi  
*Lithophyllum pustulatum* (J.W. Lamouroux) Foslie  
*Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye  
*Lomentaria clavellosa* (Turner) Gaillon  
*Lomentaria orcadensis* (Harvey) Collins *ex* W.R.Taylor  
*Lophosiphonia cristata* Falkenberg  
*Lophosiphonia obscura* (C. Agardh) Falkenberg  
*Lophosiphonia reptabunda* (Suhr) Kylin  
*Monosporus pedicellatus* (J.E.Smith) Solier  
*Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville  
*Osmundea truncata* (Kützinger) K.W. Nam *et* Maggs  
*Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F.Schmitz  
*Peyssonnelia rosa-marina* Boudouresque *et* Denizot  
*Peyssonnelia rubra* (Greville) J.Agardh  
*Peyssonnelia squamaria* (S.G. Gmelin) Decaisne  
*Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon  
*Phyllophora sicula* (Kützinger) Guiry *et* L.M. Irvine  
*Pleonosporium borneri* (J.E. Smith) Nägeli  
*Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S. Dixon  
*Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Greville *ex* Harvey  
*Polysiphonia fucoides* (Hudson) Greville  
*Polysiphonia furcellata* (C.Agardh) Harvey  
*Polysiphonia sanguinea* (C.Agardh) Zanardini  
*Polysiphonia sertularioides* (Grateloup) J.Agardh  
*Polysiphonia tripinnata* J.Agardh  
*Porphyra leucosticta* Thuret  
*Pterocladella capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices *et* Hommersand  
*Pterocladella melanoidea* (Schousboe *ex* Bornet) Santelices *et* Hommersand  
*Pterosiphonia parasitica* (Hudson) Falkenberg  
*Pterosiphonia pennata* (C.Agardh) Sauvageau  
*Pterothamnion crispum* (Ducluzeau) Nägeli  
*Pterothamnion plumula* (J.Ellis) Nägeli  
*Radicilingua reptans* (Kylin) Papenfuss  
*Radicilingua thysanorhizans* (Holmes) Papenfuss  
*Rhodophyllis divaricata* (Stackhouse) Papenfuss  
*Rhodymenia ardissoni* Feldmann  
*Scinaia furcellata* (Turner) J.Agardh  
*Seirospora sphaerosphora* Feldmann  
*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey  
*Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman *et* R.A. Townsend  
*Wrangelia penicillata* (C.Agardh) C.Agardh

P. GUIDETTI

Laboratory of Zoology and Marine Biology, DiSTeBA, University of Lecce,  
Via Prov.le Lecce-Monteroni – 73100 Lecce, Italy.  
paolo.guidetti@unile.it

RESERVE EFFECT AND TROPHIC CASCADES IN  
MEDITERRANEAN SUBLITTORAL ROCKY HABITATS:  
A CASE STUDY AT THE MARINE PROTECTED AREA  
OF TORRE GUACETO (SOUTHERN ADRIATIC SEA)

*EFFETTO RISERVA E CASCATE TROFICHE IN HABITAT ROCCIOSO  
SUBLITORALE MEDITERRANEO: UN CASO DI STUDIO  
PRESSO L'AREA MARINA PROTETTA DI TORRE GUACETO  
(ADRIATICO MERIDIONALE)*

**Abstract**

*Trophic cascades indicate the indirect effects of predators (e.g. large carnivorous fishes) on assemblages of basal species (e.g. erected macroalgae) through their direct effects on grazers (e.g. sea urchins). Many species targeted by fishing are high level fish predators, so fishing may have the potential to trigger trophic cascades. This study aims at investigating distribution patterns of fish predators, sea urchins and the extent of barrens (bare rocks with or without encrusting algae) in shallow Mediterranean rocky habitats, at the marine protected area (MPA) of Torre Guaceto and adjacent fished locations (southern Adriatic Sea). Fish predators of adult sea urchins (i.e. *Diplodus sargus* and *D. vulgaris*) were more abundant and larger, and total sea urchin density (pooling *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*) was lower inside than outside the MPA. The extent of barrens was lower inside the MPA than in fished locations. The relationships between fish predators and sea urchins, between sea urchins and the extent of barrens, and between fish predators and the extent of barrens were non linear, suggesting the existence of possible ecological thresholds. These outcomes suggest that fishing may trigger trophic cascades, and that protection may affect structural and functional diversity of communities in Mediterranean sublittoral rocky habitats.*

**Key-words:** *ecosystem disturbance, Marine Parks, fishing injuries, sublittoral zone, Mediterranean Sea.*

**Introduction**

In coastal marine ecosystems, fishing has been demonstrated to directly affect target species, and indirectly influence the entire community via top-down perturbations (Dayton *et al.*, 1995; Sala *et al.*, 1998; Jackson *et al.*, 2001; Micheli *et al.*, 2004). Most of marine species targeted by fishing, in fact, are high level predatory fishes (Pauly *et al.*, 1998), whose removal from ecosystems may cause dramatic changes in the rest of the community (Sala *et al.*, 1998; Pinnegar *et al.*, 2000). Predators, in fact, besides direct effects on their preys, may indirectly influence community structure and ecosystem functions through the so-called “trophic cascades” (Paine, 1980), that involve strong interactions among at least three trophic levels: 1) predator (e.g., fish), 2) herbivore (e.g., sea urchin) and 3) macroalgal assemblages (e.g., kelp forests) (Pinnegar *et al.*, 2000).

Examples of trophic cascades in sublittoral rocky habitats have been reported from the north-western Atlantic, Alaska, California, and New Zealand (Pinnegar *et al.*, 2000; Tegner and Dayton, 2000; Shears and Babcock, 2002). In the Mediterranean, similar studies are restricted to a very few areas (i.e. Medes Islands marine



reserve, Spain, and Ustica, Italy; see Pinnegar *et al.*, 2000 and references therein).

In shallow Mediterranean sublittoral rocky habitats, sea urchins (i.e. *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*) exert an important role in the transition between erected macroalgae and barrens, i.e. bare rocky substrate with or without encrusting algae (Verlaque, 1987; Sala *et al.*, 1998; Bulleri *et al.*, 1999). Recent studies showed that only a few species of fish (mainly *Diplodus sargus* and *D. vulgaris*) are effective predators of adult sea urchins in sublittoral rocky habitats (Sala 1997; Guidetti, 2004). These fish species, however, are targeted by many fisheries (Harmelin *et al.*, 1995), which involves that a decrease in their abundance and/or size due to fishing may have potential consequences on their preys (i.e. sea urchins), and, in turn, on entire benthic communities.

The present study is aimed at assessing the distribution patterns of predatory fishes (*D. sargus*, *D. vulgaris*), sea urchins (*P. lividus* and *A. lixula*), and barrens, in protected and fished areas, to evaluate whether fishing may trigger trophic cascades in shallow Mediterranean rocky-reef communities, with potential repercussions for their structural and functional diversity.

## Materials and methods

Surveys were carried out four random times (T1, T2, T3, T4) from May-June 2002 to September-October 2003 at the Marine Protected Area (MPA) of Torre Guaceto and adjacent areas (southern Adriatic Sea, Italy), where the rocky coast is characterized by a rocky plateau with a gentle slope, declining to about 10-12 m depth over sand. Two sampling locations (hereafter P1 and P2) were represented by the two 'no-take zones' of the Torre Guaceto MPA (whole reserve covers about 2,220 ha; no-take zones cover about 180 ha), where rule enforcement is effective. Two unprotected locations were randomly selected northward (U1) and southward (U2) to the reserve. The distance of the two controls from the MPA (~ 4 km) was enough to avoid any possible effect of 'spillover'.

Densities of predatory fishes (*Diplodus sargus* and *D. vulgaris*) were estimated by visual census at 4-7 m depth along transects 25 m long and 5 m wide ('strip transect' method; Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). The size of fish was assessed by using three size categories (i.e. small, medium and large) on the basis of the maximum total length attained by each species (Fischer *et al.*, 1987). Both species are targeted by local small-scale fishery and spearfishing (Guidetti, pers. obs.). Settlers and recruits of *Diplodus* were excluded from the study as their numerical contribution may greatly influence mean density, while having no predatory effect on sea urchins. Eight transects (i.e. replicates) were performed at each location and time of sampling, for a total of 128 visual censuses.

Underwater counts of sea urchins (*Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*) were performed within quadrats of 1 m<sup>2</sup> at 4-7 m depth. Sixty counts were done at each location in each sampling time, for a total of 960 quadrats.

Average percent extent of barrens was evaluated by analysing 60 images from each of the four study locations, in each sampling time, for a total of 960 image-samples (sampling unit=120×90 cm). Images were randomly extracted from underwater video footages taken by means of a digital video-camera, and then analysed to assess the percent extent of barrens (see Guidetti *et al.*, 2003 and references therein).



Analysis of variance was employed to test for putative differences in predatory fish and sea urchin density, and the extent of barrens in relation to protection, and among locations. The factor 'Protection' (P: two levels; present vs absent) was fixed, and 'Location' (L) was nested within 'Protection'. Due to the possible overlap among sampling areas from one sampling period to another, independent tests were made for each sampling time to prevent temporal dependence. Prior to ANOVAs, the homogeneity of variances was tested by Cochran's test and, whenever necessary, data were appropriately transformed (Underwood, 1997). The entire data set was also used to analyse the relationship between pairs of variables, by using the 'best fitting' procedure, so to find the model that better approximates the distribution of data. This may allow to assess whether relationships are linear or not, and to possibly provide evidence of ecological thresholds.

## Results

Average density of *Diplodus* fish (*D. sargus* and *D. vulgaris* pooled) was significantly greater at the protected (overall mean  $\pm$  SE:  $30.3 \pm 2.5$  ind.  $100 \text{ m}^{-2}$ ) than at the unprotected locations ( $3.2 \pm 1.5$  ind.  $100 \text{ m}^{-2}$ ), in three sampling times out of four. A highly significant variability was detected between locations within each level of the factor 'Protection', except in T3 (Tab. 1).

Tab. 1 - ANOVA: *Diplodus* density during each of the four sampling times (T1, T2, T3, T4), in relation to protection level (present/absent), and at the spatial scale of locations. Factors: P=protection; L=location (see Methods). Significance level: ns= $p > 0.05$ ; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ .

ANOVA: densità di *Diplodus* durante i quattro periodi di campionamento (T1, T2, T3, T4), in relazione al livello di protezione (presente/assente) ed alla scala spaziale delle località. Fattori: P=protezione; L=località (vedi metodi).

Livello di significatività: ns= $p > 0.05$ ; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ .

| Source of variation | d.f. | T1    |         | T2    |         | T3    |         | T4    |         |
|---------------------|------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
|                     |      | MS    | F       | MS    | F       | MS    | F       | MS    | F       |
| P                   | 1    | 94.27 | 20.49*  | 72.86 | 4.88 ns | 25.67 | 26.87*  | 58.59 | 19.53*  |
| L(P)                | 2    | 9.20  | 11.50** | 14.93 | 9.28**  | 0.96  | 1.39 ns | 3.00  | 13.04** |
| Res                 | 28   | 11.19 |         | 1.60  |         | 0.68  |         | 0.23  |         |
| Cochran's test      |      |       | ns      |       | ns      |       | ns      |       | ns      |
| Transformation      |      |       | Sqrt    |       | Sqrt    |       | Ln      |       | Sqrt    |

Size distribution of the two *Diplodus* species were markedly different in relation to the protection level. Large sized specimens, in particular, were rare at the unprotected locations, whereas they represented more than 30% of the recorded specimens at the protected locations (Tab. 2).

The average total sea urchin density (pooling *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*) was significantly lower at the protected ( $0.7 \pm 0.1$  ind.  $\text{m}^{-2}$ ) than at the unprotected locations ( $6.9 \pm 0.4$  ind.  $\text{m}^{-2}$ ), in all four sampling times. Density of sea urchins, moreover, varied over the scale of locations in T2 and T3 (Tab. 3).

Tab. 2 - Size composition (%) of *Diplodus sargus* and *D. vulgaris* at the protected (P1, P2) and unprotected (U1, U2) locations (data were pooled for the four sampling times).

*Composizione in taglia (%) di Diplodus sargus e D. vulgaris presso le località protette (P1, P2) e non protette (U1, U2) (i dati sono cumulati per i quattro periodi di campionamento).*

| Size   | <i>Diplodus sargus</i> |      |      |      | <i>Diplodus vulgaris</i> |      |     |      |
|--------|------------------------|------|------|------|--------------------------|------|-----|------|
|        | P1                     | P2   | U1   | U2   | P1                       | P2   | U1  | U2   |
| Small  | 10.5                   | 14.6 | 5.6  | 29.6 | 5.9                      | 3.7  | 0   | 2.4  |
| Medium | 48.5                   | 43.1 | 69.5 | 69.7 | 61.9                     | 60.7 | 100 | 95.7 |
| Large  | 41.1                   | 42.3 | 0    | 0.7  | 32.2                     | 35.7 | 0   | 2.0  |

Tab. 3 - ANOVA: Total sea urchin density during each of the four sampling times (T1, T2, T3, T4), in relation to protection level (present/absent), and at the spatial scale of locations. Factors: P=protection; L=location (see Methods).

Significance level: ns=p>0.05; \*=p<0.05; \*\*=p<0.01.

*ANOVA: densità totale dei ricci di mare durante i quattro periodi di campionamento (T1, T2, T3, T4), in relazione al livello di protezione (presentelassente) ed alla scala spaziale delle località. Fattori: P=protezione; L=località (vedi metodi).*

*Livello di significatività: ns=p>0.05; \*=p<0.05; \*\*=p<0.01.*

| Source of Variation | d.f. | T1     |          | T2      |         | T3     |        | T4     |          |
|---------------------|------|--------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
|                     |      | MS     | F        | MS      | F       | MS     | F      | MS     | F        |
| P                   | 1    | 142.81 | 294.31** | 1782.15 | 20.71*  | 164.04 | 82.96* | 138.55 | 646.92** |
| L(P)                | 2    | 0.49   | 1.14 ns  | 86.05   | 10.53** | 1.98   | 9.06** | 0.21   | 0.75 ns  |
| Res                 | 236  | 0.43   |          | 8.17    |         | 0.22   |        | 0.28   |          |
| Cochran's test      |      |        | ns       |         | ns      |        | ns     |        | ns       |
| Transformation      |      |        | Ln       |         | None    |        | Ln     |        | Ln       |

Tab. 4 - ANOVA: Barren extent (%) during each of the four sampling times (T1, T2, T3, T4), in relation to protection level (present/absent), and at the spatial scale of locations. Factors: P=protection; L=location (see Methods).

Significance level: ns=p>0.05; \*=p<0.05; \*\*=p<0.01.

*ANOVA: estensione (%) dei barren durante i quattro periodi di campionamento (T1, T2, T3, T4), in relazione al livello di protezione (presentelassente) ed alla scala spaziale delle località. Fattori: P=protezione; L=località (vedi metodi). Livello di significatività: ns=p>0.05; \*=p<0.05; \*\*=p<0.01.*

| Source of variation | d.f. | T1       |         | T2       |         | T3     |         | T4     |         |
|---------------------|------|----------|---------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                     |      | MS       | F       | MS       | F       | MS     | F       | MS     | F       |
| P                   | 1    | 267801.2 | 20.60*  | 145829.4 | 6.72ns  | 516.30 | 34.73*  | 443.17 | 34.22*  |
| L(P)                | 2    | 13000.1  | 59.93** | 21695.3  | 81.34** | 14.87  | 36.13** | 12.95  | 12.95** |
| Res                 | 236  | 216.9    |         |          |         | 0.41   |         | 0.43   |         |
| Cochran's test      |      |          | ns      |          | ns      |        | ns      |        | ns      |
| Transformation      |      |          | None    |          | None    |        | Ln      |        | Ln      |

The average percent extent of barrens was significantly lower at the protected ( $2.7 \pm 0.2\%$ ) than at the unprotected locations ( $53.1 \pm 1.4\%$ ), in all four sampling times, except in T2. Variability at the scale of locations was significant in all four sampling times (Tab. 4).

The relationships between the variables studied were markedly non-linear. Total density of sea urchins decreased according to a logarithmic model in relation to the increase in *Diplodus* density (Fig. 1a). Extent of barrens, conversely, showed an exponential increase in relation to the increase in total sea urchin density (Fig. 1b).

Finally, the barren extent disproportionately increased in correspondence to values of *Diplodus* density lower than 10 ind./100 m<sup>2</sup> (Fig. 1c).

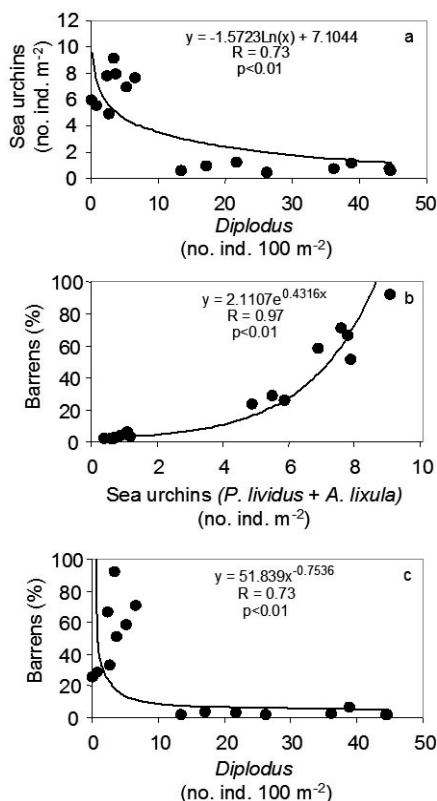


Fig. 1 - Relationships between variables: a, *Diplodus* density vs total sea urchin density; b, total sea urchin density vs barren extent; c, *Diplodus* density vs barren extent.

Relazione tra le variabili: a, densità di *Diplodus* vs densità totali di ricci di mare; b, densità totali di ricci di mare vs estensione dei barren; c, densità di *Diplodus* vs estensione dei barren.

## Conclusions

The distribution patterns of predatory fishes, sea urchins and barrens within the Torre Guaceto MPA and adjacent fished areas provide suggestive evidence that fishing may have the potential to trigger trophic cascades in Mediterranean

sublittoral rocky habitats. Such cascades (that would need appropriate experiments to be demonstrated) could be caused by the removal of fish preying upon sea urchins, these latter being responsible for the formation and maintenance of large barrens in shallow rocky substrates. The general patterns observed in this investigation are consistent with the studies conducted in sublittoral rocky habitats in other temperate regions (Pinnegar *et al.*, 2000; Shears and Babcock, 2002), and would suggest the existence of general processes regulating structure and dynamics of temperate sublittoral rocky-reef communities. From this perspective, it appears more and more clear that, even though there are many abiotic factors and biotic processes capable of influencing the structure of benthic communities, protection may have the potential to help recovery of 1) populations of large predatory fishes (Micheli *et al.*, 2004; Guidetti and Sala, in preparation) and 2) macroalgal assemblages (Sala *et al.*, 1998; Shears and Babcock, 2002).

These results, in addition, show that the relationships between the variables investigated are non-linear, suggesting the existence of thresholds in the density of fish predators for the control of sea urchin populations, and in the density of sea urchins for the formation/maintenance of barrens. From this perspective, Verlaque (1987) stated that sea urchin densities greater than 7-10 ind. m<sup>-2</sup> may form and maintain barrens in shallow Mediterranean rocky habitats, and Guidetti and Sala (in preparation) report that densities of adult *Diplodus* higher than 15 ind. 100 m<sup>-2</sup> are needed to control sea urchin populations, and, therefore, to allow the benthic ecosystem to recover from barrens to flourishing macroalgal beds. The data reported here seem to be consistent with the abovementioned general patterns.

All the above issues thus suggest how important may be protection to increase both structural (no. of species is higher in macroalgal beds than in barrens) and functional (recovery of interactions among species, and ecosystem functions) diversity in communities associated to Mediterranean sublittoral rocky habitats.

## Riassunto

Con il termine 'cascata trofica' si indicano gli effetti indiretti dei predatori (e.g. grossi pesci carnivori) sui popolamenti di specie basali (e.g. macroalghe erette) attraverso i loro effetti diretti sugli erbivori (e.g. ricci di mare). Molte specie di interesse per la pesca sono pesci predatori di elevato livello trofico. Da questo punto di vista, la pesca potrebbe innescare cascate trofiche attraverso la rimozione di tali predatori. Questo studio è finalizzato a studiare le modalità di distribuzione di pesci predatori, ricci di mare e *barren* (substrato roccioso nudo o ricoperto da alghe incrostanti) in habitat roccioso superficiale mediterraneo, presso l'Area Marina Protetta (AMP) di Torre Guaceto ed alcune aree adiacenti soggette a pesca (mare Adriatico Meridionale). I pesci predatori di ricci (i.e. *Diplodus sargus* e *D. vulgaris*) sono risultati più abbondanti e di maggiori dimensioni nell'AMP. I ricci (sommando *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*) hanno mostrato una densità più bassa all'interno dell'AMP rispetto all'esterno. L'estensione dei *barren* è risultata meno elevata all'interno dell'AMP rispetto alle aree soggette a pesca. Le relazioni tra pesci predatori e ricci, tra ricci e l'estensione dei *barren*, e tra i pesci predatori e l'estensione dei *barren* sono risultate non lineari, suggerendo l'esistenza di soglie ecologiche. Questi risultati suggeriscono che la pesca può innescare cascate trofiche e che la protezione può influenzare la diversità strutturale e funzionale delle comunità di substrato duro del sublitorale mediterraneo.

## Acknowledgements

Many thanks are due to E. Sala for his useful suggestions, to S. Bussotti for her help in censusing *Diplodus* fish, to C. Vaglio for his assistance during the field work, and to S. Ciccolella (Director of the Torre Guaceto MPA) for having kindly given permissions to access the reserve.

## References

- BULLERI F., BENEDETTI-CECCHI L., CINELLI F. (1999) - Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **241**: 81-95.
- DAYTON P.K., THRUSH S.F., AGARDY T.M., HOFMAN R.J. (1995) - Environmental effects of marine fishing. *Aquat. Cons.: Mar. Freshwater Ecosys.*, **5**: 205-232.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour le besoin de la pêche (Rev. 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. FAO, Rome: 760 pp.
- GUIDETTI P., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BOERO F. (2003) - Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the boring mollusc *Lithophaga lithophaga*. *Mar. Biol.*, **143**: 1135-1142.
- GUIDETTI P. (2004) - Consumers of sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, in shallow Mediterranean rocky reefs. *Helgol. Mar. Res.*, **58**: 110-106.
- HARME LIN J.G., BACHET F., GARCIA, F. (1995) - Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *Mar. Ecol.*, **16**: 233-250.
- HARME LIN-VIVIEN M.L., HARME LIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- JACKSON J.B.C., KIRBY M.X., BERGER W.H., BJORN DAL K.A., BOTS FORD L.W., BOURQUE B.J., BRADBURY R.H., COOKE R., ERLANDSON J., ESTES J.A., HUGHES T., KIDWELL S., LANGE C.B., LENIHAN H.S., PANDOLFI J.M., PETERSON C.H., STENECK R.S., TEGNER M.J., WARNER R.R. (2001) - Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, **293**: 629-638.
- MICHELI F., HALPERN B.S., BOTS FORD L.W., WARNER R.R. (2004) - Trajectories and correlates of community change in no-take marine reserves. *Ecol. Appl.*, **14**: 1709-1723.
- PAINE R.T. (1980) - Food webs, linkage, interaction strength, and community infrastructure. *J. Anim. Ecol.*, **49**: 667-685.
- PAULY D., CHRISTENSEN V., DALSGAARD J., FROESE R., TORRES F. JR. (1998) - Fishing down marine food webs. *Science*, **279**: 860-863.
- PINNEGAR J.K., POLUNIN N.V.C., FRANCOUR P., BADALAMENTI F., CHEMELLO R., HARME LIN-VIVIEN M.L., HEREU B., MILAZZO M., ZABALA M., D'ANNA G., PIPITONE C. (2000) - Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected-area management. *Environ. Cons.*, **27**: 179-200.
- SALA E. (1997) - Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, **129**: 531-539.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F., HARME LIN-VIVIEN M. (1998) - Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, **82**: 425-439.
- SHEARS N.T., BABCOCK R.C. (2002) - Marine reserve demonstrate top-down control of community structure on temperate reefs. *Oecologia*, **132**: 131-142.
- TEGNER M.J., DAYTON P.K. (2000) - Ecosystem effects of fishing in kelp forest communities. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 579-589.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in Ecology: their logic design and interpretation using analysis of variance*. University Press, Cambridge: 504 pp.
- VERLAQUE M. (1987) - Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale. In: Boudouresque C.F. (ed), *Colloque international sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles*, GIS Posidonie publ., Marseille: 5-36.

L. ORSI RELINI, F. GARIBALDI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Dip.Te.Ris, Università di Genova,  
Viale Benedetto XV, 3 - 16132 Genova, Italia.

DIVERSITÀ DEI CEFALOPODI MESOPELAGICI  
DEL SANTUARIO DEI CETACEI  
IN BASE A CAMPIONAMENTI DIRETTI E OSSERVAZIONI  
SULL'ALIMENTAZIONE DELLO ZIFIO, *ZIPHIUS CAVIROSTRIS*

*MESOPELAGIC CEPHALOPODS BIODIVERSITY  
IN THE CETACEAN SANCTUARY  
AS A RESULT OF DIRECT SAMPLING AND OBSERVATIONS  
ON THE DIET OF THE CUVIER'S BEAKED WHALE,  
ZIPHIUS CAVIROSTRIS*

**Abstract**

*Pelagic cephalopods of the Ligurian Sea offshore waters - at present part of the "Pelagos Cetacean Sanctuary" - are listed on the basis of direct sampling at sea and stomach contents analysis of a deep diving toothed whale, Ziphius cavirostris. A sampling by Isaacs Kidd Midwater Trawl 15 feet carried out in 2002-2003, with the support of the R/V Urania, gave 8 species and previous similar samples obtained in the '90s by the same sampling gear allowed to list a total of 18 species one of which, Ommastrephes bartramii, could also be observed and caught in surface waters by handlines. In order of abundance the main species were Histiototeuthis reversa, Heteroteuthis dispar and Galiteuthis armata.*

*Z. cavirostris (3 specimens) resulted to feed upon 9 species belonging to Histiototeuthidae, Octopoteuthidae, Cranchiidae, Ommastrephidae, Onychoteuthidae, Chiroteuthidae, Sepiolidae, adding two species of Octopoteuthidae in respect of records obtained by net. Taking into account several additional information sources, so far the list of pelagic cephalopod reaches 24 species.*

**Key-words:** *Octopoteuthis, pelagic cephalopods, Ziphius cavirostris, Mediterranean Sea.*

**Introduzione**

La teutofauna del Mediterraneo, un insieme di 65 specie inclusi i più recenti immigranti dai bacini adiacenti (Bello, 2003), è formata per almeno un terzo da specie pelagiche delle acque del largo. Nel Mediterraneo occidentale questi cefalopodi possono potenzialmente spaziare lungo una colonna d'acqua estesa circa 2500 metri, anche se verosimilmente il numero maggiore di specie si trova, durante le ore diurne, nell'intervallo 500-1000 metri e tende a risalire di notte nei primi 200 m (Roper e Young, 1975; Mangold, 1989). Tale comportamento è paragonabile a quello di molte specie di pesci che vengono definiti per questo mesopelagici (Gjosaeter e Kawaguchi, 1980); per analogia, pertanto abbiamo usato il termine "cefalopodi mesopelagici".

Parziali informazioni su queste specie vengono dalla pesca a strascico ed in particolare dai trawl surveys nazionali e comunitari, condotti nel corso dei programmi di ricerca GRUND (Relini, 2000) e MEDITS (Abellò *et al.*, 2002), da cui sono derivate molte liste che associano le specie catturate agli intervalli batimetrici strascicati e indicano per queste una frequentazione della scarpata (Maiorano *et al.*, 1999; Gonzales e Sanchez, 2002; Relini *et al.*, 2002; Lefkaditou *et al.*, 2003).

Molto più rari sono invece gli studi basati direttamente su campionamenti pelagici, che richiedono imbarcazioni e attrezzature dedicate (Degner, 1925; Roper, 1972; Mangold-Wirz, 1973). Nel Mar Ligure, che oggi in gran parte costituisce il Santuario dei Cetacei di recente istituzione, la teutofauna del largo è presumibilmente di tutto rilievo, dato che di otto specie di mammiferi marini che più regolarmente frequentano l'area, quattro - capodoglio, zifio, globicefalo e grampo - sono principalmente teutofaghe e altre tre - stenella, tursiope e delfino comune - includono comunque cefalopodi nella dieta. Abbiamo intrapreso lo studio di questa teutofauna seguendo due differenti approcci: 1) il campionamento diretto 2) l'analisi dei contenuti gastrici di predatori specializzati (Garibaldi e Orsi Relini, 2000; Orsi Relini e Relini, 1993; Orsi Relini *et al.*, 1994, 1995). In questa nota si illustrano le catture di cefalopodi ottenute tramite un campionamento dedicato, realizzato nel 2002-2003 dalla nave oceanografica Urania e si analizzano i contenuti gastrici di tre individui adulti di zifio, spiaggiati nella parte centrale del Mar Ligure, tra Genova e Andora. Mentre il campionamento con rete è avvenuto nell'intervallo 0-800 m, da osservazioni recenti condotte nell'area di studio mediante monitoraggio con marche acustiche, si è accertato che lo zifio quando si immerge a caccia di cefalopodi attiva il suo sonar a partire da 450 m (Johnson *et al.*, 2004) ed è in grado di raggiungere profondità dell'ordine di 2000 metri (M. Ballardini, com. pers.). La combinazione dei due "campionatori", rete e cetaceo, dovrebbe pertanto coprire estesamente la colonna d'acqua.

## Materiali e metodi

### *Campionamenti diretti*

A bordo della nave oceanografica Urania (CNR) sono stati effettuati campionamenti mesopelagici ed osservazioni e catture notturne in acque superficiali.

1) I campionamenti mesopelagici sono stati condotti tramite rete Isaac-Kidd Midwater Trawl (IKMT 15") nell'ambito di ricerche finalizzate allo studio della distribuzione del krill del Mar Ligure, *Meganyctiphanes norvegica*. La rete ha un'apertura della bocca di ca 17,5 m<sup>2</sup> e maglia al cono terminale di 2 mm di lato. Le pesche sono state effettuate in obliquo, a gradoni di 250 m, da 800 m di profondità alla superficie, per una durata complessiva di 2 ore, mantenendo una velocità costante della nave di ca 3 nodi. La rete era munita di un flussometro Hydrobios per la determinazione del volume di acqua filtrata e di un Vemco "Minilog data logger", per il rilevamento dei dati di temperatura e profondità. Una volta a bordo i dati venivano scaricati su computer, dando origine ai relativi profili in funzione del tempo. Le stazioni di campionamento (Fig. 1) erano collocate all'interno di un reticolo stabilito dall'Istituto di Scienze Marine (ISMAR) del CNR di La Spezia per lo studio delle caratteristiche idrologiche dell'area: 6 stazioni sono state campionate nell'ottobre 2002 (indicate in Fig. 1 con un numero seguito da /02) e 18 nel settembre 2003; due di queste erano situate in prossimità delle boe oceanografiche ODAS e DYFAMED. Nella maggior parte delle stazioni la colonna d'acqua era di oltre 2000 m (Fig. 1). Le catture sono state rapidamente separate nelle varie categorie di organismi (pesci, *M. norvegica*, crostacei decapodi, altri crostacei, cefalopodi, plancton gelatinoso, pteropodi), che sono state misurate in termini di volume e fissate per esami più approfonditi in laboratorio.



## 2) Osservazioni e catture notturne.

Le osservazioni dirette sono state effettuate di notte, quando in caso di sosta della nave e di mare calmo è facile osservare totani ommastrefigli richiamati dalle luci di bordo (Orsi Relini, 1990). Con tecniche di pesca sportiva, cioè lenze singole a mano fornite di esca artificiale, questi totani sono stati campionati ripetutamente e immediatamente misurati (Lunghezza Dorsale del Mantello, LDM, in cm).

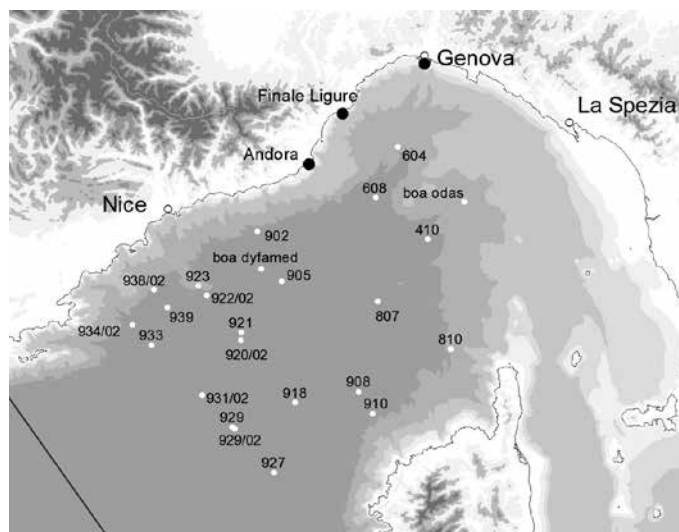


Fig. 1 - Stazioni di campionamento della fauna mesopelagica (O) e località di spiaggiamento di zifio (●).

*Mesopelagic fauna sampling stations (O) and Cuvier's beaked whales stranding locations (●).*

## Analisi di contenuti gastrici di zifio

I contenuti gastrici di *Ziphius cavirostris* analizzati provengono da tre individui spiaggiati nel settore centrale del Mar Ligure (Fig. 1) e raccolti a cura del Centro Studi Cetacei (di cui gli Autori fanno parte), durante gli ultimi 13 anni. In Tab. 1 sono riportate le informazioni principali riguardanti questi individui.

Dopo attenta filtrazione, le mandibole dei cefalopodi sono state suddivise in superiori ed inferiori. Riconoscimento e conteggio sono stati totalmente basati sullo studio delle mandibole inferiori, seguendo le indicazioni e la terminologia di Clarke (1986), per cui sono state rilevate la lunghezza del rostro inferiore (Lower Rostral Length, LRL) per i Cefalopodi Decapodi e la lunghezza del cappuccio (Hood Length, HL) per gli Ottopodi. Le misurazioni sono state fatte con un calibro a scorrimento meccanico, con una precisione di 0,05 mm, e in mandibole di piccole dimensioni (i.e. al di sotto dei 2 mm di LRL), con apparecchiatura micrometrica.

Applicando le relazioni esistenti in letteratura (Clarke, 1986) ed altre ricavate direttamente da materiale di confronto, dalle misure rilevate è stato possibile ricostruire le dimensioni ed il peso delle prede e, di conseguenza, ottenere una stima della biomassa ingerita.

Tab. 1 - Principali dati riguardanti i 3 esemplari di zifio esaminati.

*Main characteristics of the 3 examined Cuvier's beaked whales.*

| Località           | Data            | Sesso                   | LT (cm) |
|--------------------|-----------------|-------------------------|---------|
| Andora (Sv)        | 4 febbraio 1992 | Maschio subadulto       | 5       |
| Finale Ligure (Sv) | 21 ottobre 1997 | Femmina in allattamento | 5,05    |
| Genova (Ge)        | 12 luglio 2001  | Femmina adulta          | 5       |

## Risultati

### *Campionamenti diretti*

1) Nell'insieme delle 24 stazioni campionate con rete IKMT, le catture sono rappresentate da 8 specie, per un totale di 17 individui, con una media quindi di 0,7 individui per pescata. Questa scarsità di reperti contrasta con quelli dei pesci, ottenuti durante le stesse campagne, (più di 40.000 individui, Orsi Relini *et al.*, 2005); in termini di volume tuttavia il rapporto tra cefalopodi e pesci è circa 1 : 6 (Fig. 2).

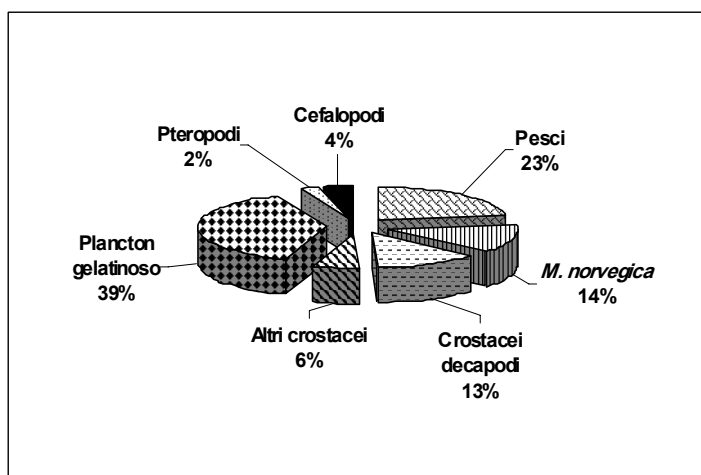


Fig. 2 - Composizione media (in volume) delle pescate IKMT nel periodo settembre-ottobre.

*Mean composition (volume) of IKMT hauls during the September-October period.*

Il dettaglio dei reperti e le misure degli individui catturati sono forniti in Tab. 2. *Histioteuthis reversa* è la specie più rappresentata, con 8 individui di taglie comprese tra 1,8 e 5,8 cm LDM e da sola costituisce oltre il 40% dei cefalopodi campionati. Si tratta per la maggior parte di animali di piccole o medie dimensioni, rispetto alle più grandi osservate in Mar Ligure, fino a 21 cm LDM (oss. pers.).

Gli esemplari di *Todarodes sagittatus* e *Chroteuthis veranii* sono stati catturati di dimensioni relativamente grandi (per entrambe le specie 1 solo individuo), mentre le altre specie sono rappresentate da giovani e, nel caso di *Galiteuthis armata* e di *Scaevargus unicirrhus*, da paralarve.

Tab. 2 - Cefalopodi raccolti con IKMT durante le campagne 2002-2003.

*Cephalopods collected by IKMT during 2002 and 2003 surveys.*

| Data             | Stazione | Specie               | LDM (cm) | Data              | Stazione | Specie            | LDM (cm) |
|------------------|----------|----------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|
| 14 ottobre 2002  | 929      | -                    | -        | 5 settembre 2003  | 902      | -                 | -        |
| 14 ottobre 2002  | 931      | <i>H. bonnellii</i>  | 1,5      | 5 settembre 2003  | 905      | -                 | -        |
| 15 ottobre 2002  | 936      | <i>A. argo</i>       | 0,6      | 6 settembre 2003  | 908      | -                 | -        |
| 15 ottobre 2002  | 938      | -                    | -        | 6 settembre 2003  | 910      | <i>H. reversa</i> | 5,4      |
| 16 ottobre 2002  | 922      | <i>H. reversa</i>    | 2,3      | 7 settembre 2003  | 927      | <i>H. reversa</i> | 1,8      |
| 16 ottobre 2002  | 920      | <i>S. unicirrhus</i> | 1,0      | 7 settembre 2003  | 929      | <i>H. reversa</i> | 5,8      |
|                  |          | <i>H. reversa</i>    | 1,8      | 8 settembre 2003  | 934      | -                 | -        |
| 2 settembre 2003 | 810      | <i>H. reversa</i>    | 4,5      | 8 settembre 2003  | 939      | -                 | -        |
|                  |          | <i>H. dispar</i>     | 0,7      | 9 settembre 2003  | 923      | -                 | -        |
| 2 settembre 2003 | 806      | <i>H. dispar</i>     | 0,6      | 11 settembre 2003 | ODAS     | -                 | -        |
|                  |          | <i>C. veranii</i>    | 9,6      | 12 settembre 2003 | DYFAMED  | -                 | -        |
| 4 settembre 2003 | 604      | <i>H. reversa</i>    | 5,0      | 13 settembre 2003 | 921      | <i>G. armata</i>  | 2,3      |
|                  |          | <i>G. armata</i>     | 3,1      | 13 settembre 2003 | 918      | <i>H. reversa</i> | 2,4      |
| 4 settembre 2003 | 608      | <i>T. sagittatus</i> | 33,0     | 16 settembre 2003 | 410      | -                 | -        |

Tab. 3 - Composizione del contenuto gastrico dei 3 esemplari di zifio esaminati. N = numero di esemplari presenti; %N = percentuale del numero totale di ciascun contenuto; B = biomassa stimata; %B = percentuale della biomassa stimata di ciascun contenuto.

*Stomach contents of 3 examined Cuvier's beaked whales. N = number of beaks; %N = percentage number for each stomach content; B = estimated biomass; %B = percentage of the estimated biomass for each stomach contents.*

| Preda                             | Andora     |              |                |              | Genova     |              |                |              | Finale Ligure |              |               |              |
|-----------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------|------------|--------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Specie                            | N          | %N           | B(g)           | %B           | N          | %N           | B(g)           | %B           | N             | %N           | B(g)          | %B           |
| <i>H. reversa</i>                 | 123        | 64,4         | 19604,3        | 62,4         | 37         | 41,6         | 4724,1         | 16,3         | 3             | 60,0         | 253,5         | 8,9          |
| <i>H. bonnellii</i>               | 4          | 2,1          | 1827,0         | 5,8          | 10         | 11,2         | 17855,7        | 61,5         | 2             | 40,0         | 2585,7        | 91,1         |
| <b>Fam. Histiotethidae</b>        | <b>127</b> | <b>66,5</b>  | <b>21431,3</b> | <b>68,2</b>  | <b>47</b>  | <b>52,8</b>  | <b>22579,8</b> | <b>77,8</b>  | <b>5</b>      | <b>100,0</b> | <b>2839,2</b> | <b>100,0</b> |
| <i>G. armata</i>                  | 28         | 14,7         | 1982,3         | 6,3          | 29         | 32,6         | 2072,4         | 7,1          | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Cranchiidae</b>           | <b>28</b>  | <b>14,7</b>  | <b>1982,3</b>  | <b>6,3</b>   | <b>29</b>  | <b>32,6</b>  | <b>2072,4</b>  | <b>7,1</b>   | -             | -            | -             | -            |
| <i>Octopoteuthis sicula</i>       | 10         | 5,2          | 4563,1         | 14,5         | 1          | 1,1          | 396,2          | 1,4          | -             | -            | -             | -            |
| <i>Octopoteuthis</i> sp.          | 4          | 2,1          |                |              | -          | -            |                |              | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Octopoteuthidae</b>       | <b>14</b>  | <b>7,3</b>   | <b>4563,1</b>  | <b>14,5</b>  | <b>1</b>   | <b>1,1</b>   | <b>396,2</b>   | <b>1,4</b>   | -             | -            | -             | -            |
| <i>C. veranii</i>                 | 11         | 5,8          | 1140,5         | 3,6          | -          | -            | -              | -            | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Chiroteuthidae</b>        | <b>11</b>  | <b>5,8</b>   | <b>1140,5</b>  | <b>3,6</b>   | -          | -            | -              | -            | -             | -            | -             | -            |
| <i>A. lichtensteinii</i>          | 1          | 0,5          | 107,0          | 0,3          | 11         | 12,4         | 1149,4         | 4,0          | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Onychoteuthidae</b>       | <b>1</b>   | <b>0,5</b>   | <b>107,0</b>   | <b>0,3</b>   | <b>11</b>  | <b>12,4</b>  | <b>1149,4</b>  | <b>4,0</b>   | -             | -            | -             | -            |
| <i>H. dispar</i>                  | 8          | 4,2          | 17,5           | 0,1          | -          | -            | -              | -            | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Sepiolidae</b>            | <b>8</b>   | <b>4,2</b>   | <b>17,5</b>    | <b>0,1</b>   | -          | -            | -              | -            | -             | -            | -             | -            |
| <i>T. sagittatus/O. bartramii</i> | 2          | 1,0          | 2161,5         | 6,9          | 1          | 1,1          | 2813,3         | 9,7          | -             | -            | -             | -            |
| <b>Fam. Ommastrephidae</b>        | <b>2</b>   | <b>1,0</b>   | <b>2161,5</b>  | <b>6,9</b>   | <b>1</b>   | <b>1,1</b>   | <b>2813,3</b>  | <b>9,7</b>   | -             | -            | -             | -            |
| <b>TOTALE</b>                     | <b>191</b> | <b>100,0</b> | <b>31403,2</b> | <b>100,0</b> | <b>130</b> | <b>100,0</b> | <b>29011,1</b> | <b>100,0</b> | <b>5</b>      | <b>100,0</b> | <b>2839,2</b> | <b>100,0</b> |

2) Di notte, in acque del largo, in caso di sosta della nave abbastanza prolungata da richiamare organismi sotto le luci di bordo, sono stati ripetutamente osservati totani appartenenti alla famiglia Ommastrephidae. Persone libere dai turni di lavoro, praticando un'attività di pesca ricreativa, hanno ottenuto numerose catture. Sono stati esaminati e misurati 91 individui, che sono risultati appartenenti ad un'unica specie, *Ommastrephes bartramii*. Le taglie erano comprese tra

13,5–28,5 cm LDM, con media pari a 20,7 cm (dev. st. = 2,67). Tenendo separati gli individui pescati a settembre 2003 da quelli di ottobre 2002 la taglia media non cambia significativamente.

#### *Osservazioni sulla dieta dello zifio*

I tre contenuti gastrici esaminati contenevano esclusivamente resti di cefalopodi; oltre alle mandibole superiori ed inferiori, erano presenti anche cristallini e gladi, in vario grado di digestione. Nell'esemplare di Andora si è riscontrato un grande numero di spermatofore, appartenenti a differenti specie; non si sono trovati altri resti di parti molli. Complessivamente sono state rinvenute 376 mandibole superiori e 326 inferiori di cefalopodi; nella seguente Tab. 3 è riportata in dettaglio l'analisi dei tre contenuti esaminati, basata sul riconoscimento delle mandibole inferiori.

Tab. 4 - Composizione della teutofauna catturata con IKMT nell'area di studio.  
*Cephalopods caught by IKMT in the study area.*

| Famiglia                | Specie                                     | % Numero Totale |
|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------|
|                         | <i>Histioteuthis reversa</i>               | 41,8            |
|                         | <i>Histioteuthis bonnellii</i>             | 5,5             |
| <b>Histioteuthidae</b>  |                                            | <b>47,3</b>     |
|                         | <i>Heteroteuthis dispar</i>                | 20,0            |
|                         | <i>Stoloteuthis leucoptera</i>             | 0,9             |
| <b>Sepiolidae</b>       |                                            | <b>20,9</b>     |
|                         | <i>Galiteuthis armata</i>                  | 9,1             |
| <b>Cranchiidae</b>      |                                            | <b>9,1</b>      |
|                         | <i>Ctenopteryx sicula</i>                  | 4,5             |
| <b>Ctenopterygidae</b>  |                                            | <b>4,5</b>      |
|                         | <i>Chroteuthis veranii</i>                 | 2,7             |
| <b>Chroteuthidae</b>    |                                            | <b>2,7</b>      |
|                         | <i>Todarodes sagittatus</i>                | 1,8             |
|                         | <i>Illex coindetii</i>                     | 0,9             |
|                         | <i>Ommastrephes bartramii</i>              | 0,9             |
| <b>Ommastrephidae</b>   |                                            | <b>3,6</b>      |
|                         | <i>Pteroctopus tetracirrhus</i>            | 0,9             |
|                         | <i>Scaevargus unircirrhus</i> <sup>1</sup> | 2,7             |
|                         | <i>Octopus defilippi</i>                   | 0,9             |
| <b>Octopodidae</b>      |                                            | <b>4,5</b>      |
|                         | <i>Abralia veranyi</i>                     | 0,9             |
|                         | <i>Abraliopsis morisii</i> <sup>2</sup>    | 1,8             |
| <b>Enoploteuthidae</b>  |                                            | <b>2,7</b>      |
|                         | <i>Onychoteuthis banksii</i>               | 0,9             |
|                         | <i>Ancistroteuthis lichtensteinii</i>      | 0,9             |
| <b>Onychoteuthidae</b>  |                                            | <b>1,8</b>      |
|                         | <i>Argonauta argo</i>                      | 0,9             |
| <b>Argonautidae</b>     |                                            | <b>0,9</b>      |
| <b>Cephalopoda n.i.</b> | -                                          | <b>1,8</b>      |
| <b>TOTALE</b>           | -                                          | <b>100,0</b>    |

<sup>1</sup> L'identificazione di questa fase meroplanctonica è stata fatta tenendo conto della descrizione di Bello (2004).

<sup>2</sup> E' stato utilizzato il binomio *A. morisii* invece di *A. pfefferi* tenendo conto delle osservazioni di Bello (2005).

Nel contenuto gastrico dello zifio di Finale Ligure erano presenti solo pochi reperti; più ricchi sono risultati gli altri due, in particolare quello del maschio spiaggiato ad Andora. Sono state identificate 9 specie di cefalopodi appartenenti a 7 differenti famiglie. I più rappresentati sono in assoluto gli *Histioteuthidae*, sia in termini di numero che di biomassa ricostruita. In particolare, *H. reversa* appare più numerosa, ma considerate le dimensioni inferiori rispetto a quelle di *Histioteuthis bonnellii*, in termini di biomassa le due specie praticamente si equivalgono. Tra le altre specie, sono presenti con numeri e biomasse significativi *G. armata*, *Octopoteuthis* sp.p., *C. veranii* e *Ancistroteuthis lichtensteinii* ed un ommastrefigide che potrebbe essere sia *T. sagittatus*, sia *O. bartramii*. *Heteroteuthis dispar*, considerate le piccole dimensioni e la scarsa presenza, potrebbe essere una preda delle prede.

I reperti di *Octopoteuthis* presentano due tipologie distinte di mandibole, di cui una più frequente dell'altra (Tab. 3). Nel Mediterraneo è sicuramente presente *O. sicula*, descritta in questo mare, e di recente è stata segnalata la possibile, ma incerta presenza di *O. megaptera*. (Salman *et al.*, 1999). Mentre attribuiamo la prima tipologia di mandibole a *O. sicula* sulla base di immagini reperite in rete (Kubodera, 2002), la seconda specie rimane indeterminata per la mancanza di materiali di confronto; notiamo tuttavia la somiglianza di questi becchi con quelli illustrati da Clarke (1980, 1986) per *O. rugosa*.

## Conclusioni

I campionamenti di cefalopodi mediante IKMT qui considerati, per quanto abbiano prodotto uno scarso numero di specie e di individui (rispettivamente 8 e 17), confermano precedenti osservazioni sulla teutofauna, ottenute con simili mezzi di campionamento. Franqueville (1971), utilizzando una IKMT 10 piedi, aveva compiuto 51 pescate orizzontali a diverse profondità nella zona compresa tra St. Tropez e Marsiglia, nell'ambito di uno studio sulla distribuzione batimetrica del macroplancton. Tra le 7 specie di cefalopodi campionate, di gran lunga più numerose erano risultate, nell'ordine, *H. reversa* ed *H. dispar*.

Quasi contemporaneamente nel Mediterraneo Occidentale furono condotte le campagne Polymède I e II della "Jean Charcot" e gli studi mediterranei della Smithsonian Institution (Wa, DC). Durante le prime, furono eseguite 51 pescate nel Mar di Alboran e intorno alle Baleari, di cui 18 positive per i cefalopodi, con la cattura totale di 36 individui appartenenti a 10 specie (Mangold-Wirz, 1973). Durante la campagna americana furono selezionate 5 località mediterranee, di cui 3 nel Mediterraneo Occidentale, che furono ripetutamente campionate a varie profondità d'estate e d'inverno. L'intera campagna estiva portò alla cattura di 15 specie e 362 individui (Roper, 1974); la stazione 2, a ovest della Corsica e non lontana dalla presente area di studio, fornì 9 specie nel seguente ordine di abbondanza: *H. dispar*, *Onychoteuthis banksii*, *H. reversa*, *G. armata*, un Ottopode non identificato, *Abraliopsis morisii*, *Chtenopteryx sicula*, *Ommastrephes* sp., *C. veranii* (Roper, 1972). Appare evidente che per formulare una lista dei cefalopodi delle acque del largo del Santuario sono necessari più cicli di campionamento. Al momento attuale, sommando alle presenti osservazioni i risultati di campionamenti precedenti effettuati nella stessa area di studio e con le stesse modalità di pesca (Orsi Relini *et al.*, 1994) possiamo elencare 18 specie, di cui 3 meroplanctoniche (Ottopodi bentonici) e 15 olopelagiche (Tab. 4). La relativa frequenza vede

al primo posto *H. reversa* seguita da *H. dispar*, *G. armata*, *H. bonnelli*, *C. sicula* e *C. veranii*.

I contenuti gastrici di tre individui di *Z. cavirostris* hanno messo a disposizione un interessante numero di specie e individui preda, anche se di molto inferiore a quelli spiaggiati nel Nord Europa (Santos *et al.*, 2001) e poco inferiore a quelli osservati nel Mediterraneo più occidentale, non lontano da Valencia (Blanco e Raga, 2000). Questi ultimi contenuti sono risultati i più simili ai presenti di quelli analizzati nel Mediterraneo (Podestà e Meotti, 1991; Carlini *et al.*, 1992; Lefkaditou e Pouloupoulos, 1998), salvo il fatto che contenevano una specie in meno di *Octopoteuthis* e due in più: *C. sicula* e *Ancistrocheirus lesueurii*.

Nella nostra area di studio l'analisi della dieta dello zifio permette di verificare un'abbondanza di Histiotethidae, Cranchiidae e Chiroteuthidae in accordo con i reperti ottenuti con la rete e di aggiungere due specie di Octopoteuthidae all'elenco della Tab. 4, che raggiunge così un totale di 17 specie olopelagiche.

Complessivamente il numero di specie pelagiche del Mar Ligure appare elevato, ma sicuramente non è completo. La lista sopraindicata non include cefalopodi pelagici raccolti con sistemi diversi di pesca, come *Ocythoe tuberculata*, *Tremoctopus violaceus* e *Thysanoteuthis rhombus*, che risultano già presenti da collezioni museologiche e dalla letteratura dell'800, a partire da Verany (1851). Scorrendo la lista dei cefalopodi mediterranei (Bello, 2003), sembrano mancare tre specie comuni, *Pyroteuthis margaritifera*, *A. lesueurii*, *Brachiotheuthis riisei* che si ritrovano tipicamente a latitudini più meridionali; tuttavia della prima era stato trovato un individuo intero nel contenuto gastrico di un delfino catturato in acque corse (Joubin, 1894), mentre le altre due sono registrate tra le prede della verdesca in Mar Ligure (Garibaldi e Orsi Relini, 2002). In conclusione si può ritenere che la teutofauna del Santuario includa tutte le specie pelagiche comuni del Mediterraneo; inoltre non mancano alcune delle più recenti ed intriganti specie aliene ancora di incerta determinazione (Bello e Biagi, 1999). Il totale delle specie di cui è accertata la presenza è complessivamente di 24, fatto che permette di sottolineare la notevole diversità specifica dei cefalopodi del Santuario. Il valore di questo gruppo nell'area, se è accertato dal punto di vista qualitativo, rimane largamente ignoto in termini quantitativi.

## Summary

The study of pelagic cephalopods in the Cetacean Sanctuary of the Ligurian Sea is in progress on the basis of both mesopelagic samplings and the analysis of stomach contents of top predators; these notes concern a IKMT sampling carried out during two different surveys (October 2002 and September 2003) and the stomach contents analysis of three specimens of *Ziphius cavirostris*, the toothed whale which reaches the deepest waters in the Sanctuary. These specimens were a subadult male and two adult females, one of which lactating.

The present sampling by midwater trawl gave 8 cephalopod species, collected in a depth range of about 800 m; and previous similar collections a total of 18 species: the latter include 3 meroplanktonic forms, i.e. paralarvae of *Pteroctopus tetracirrhus*, *Scaevargus unicirrhus* and *Octopus defilippi* and 15 pelagic species. Histiotethidae represent 47.3% of the total number, the Sepiolid squid *Heteroteuthis dispar* is the second most abundant species, followed by *Galiteuthis armata*, *Histiotethis bonnellii*, *Ctenopteryx sicula* and *Chiroteuthis veranii*.

The net gave small numbers of three species of ommastrephid squids, but juveniles of one of them, *Ommastrephes bartramii*, resulted very abundant in surface waters by night and were sampled by hand-line and measured (mean DML 20.7 cm; n = 91).

In the stomach contents of *Z. cavirostris*, Histiotethidae form the main part of ingested biomass (68-100%), while Octopoteuthidae and Ommastrephidae were the second most important prey in the male and in the lactating female respectively. *H. dispar* was a minor prey item.

Records of Octopoteuthidae belong to two species, *Octopoteuthis sicula* and another one, which remains undetermined: they represent new records in the study area and the latter is probably new in the Mediterranean.

Taking into account additional information sources for the study area (ancient literature and museum collections, stomach contents of sharks and dolphins, recent literature on alien species) the list of pelagic cephalopods of the Cetacean Sanctuary is at present totalling at least 24 species.

### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'ISMAR (CNR) di La Spezia ed in particolare il Dr. Mario Astraldi ed il sig. Mireno Borghini per aver organizzato le attività di ricerca CNR-Università in collaborazione sulla N/O Urania, nell'ambito di una partecipazione al progetto SOLMAR (SACLANTCEN, La Spezia). Ringraziano inoltre l'equipaggio della N/O Urania per la preziosa collaborazione e supporto in mare; il Dr. R. Poggi, il Dr. E. Borgo ed il sig. P. Gardella del Museo Civico di Storia Naturale di Genova per aver messo a disposizione i contenuti gastrici di Zifio; i due anonimi referee che hanno permesso di migliorare il lavoro.

### Bibliografia

- ABELLÓ P., BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) – The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- BELLO G. (2003) – The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.
- BELLO G. (2004) – First record of paralarvae of *Scaevurgus unicolor* (Cephalopoda: Octopodidae). *J. Plank. Res.*, **26** (12): 1555-1558.
- BELLO G. (2005) – *Abraliopsis morisii* vs. *Abraliopsis pfefferi* (Cephalopoda: Euproteuthidae): which is the right name? *J. Conch.*, **38** (5): 1-6.
- BELLO G., BIAGI V. (1999) – A large cranchiid squid (Cephalopoda: Teuthoidea) caught in the Mediterranean Sea. *Boll. Malacol.*, **34**: 69-70.
- BLANCO C., RAGA J.A. (2000) – Cephalopod prey of two *Ziphius cavirostris* (Cetacea) stranded on the western Mediterranean coast. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **80**: 381-382.
- CARLINI R., PULCINI L., WURTZ M. (1992) – Cephalopods from the stomach contents of Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823) stranded at Fiumicino, Central Tyrrhenian Sea. *European Research on Cetaceans*, **6**: 190-191.
- CLARKE M.R. (1986) – *A handbook for the identification of cephalopod beaks*. Clarendon Press, Oxford: 273 pp.
- DEGNER E. (1925) – Cephalopoda. *Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and Adjacent Seas*, **2** (9): 1-94.
- FRANQUEVILLE C. (1971) – Macroplankton profond (Invertébrés) de la Méditerranée Nord-Occidentale. *Tethys*, **3** (1): 11-56.
- GARIBALDI F., ORSI RELINI L. (2000) – Abbondanza estiva, struttura di taglia e nicchia alimentare della verdesca, *Prionace glauca*, nel Santuario Pelagico del Mar Ligure. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 324-333.
- GJOSAETER J., KAWAGUCHI K. (1980) – A review of the world resources of mesopelagic fish. *FAO Fish. Tech. papers*, Rome, **193**: 151 pp.
- GONZALES M., SANCHEZ P. (2002) – Cephalopods assemblages caught by trawling along the Iberian Peninsula Mediterranean coast. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 199-208.
- JOHNSON M., MADSEN P.T., ZIMMER W.M.X., AGUILAR DE SOTO N., TYACK P. (2004) – Beaked whales echolocate on prey. *Proc. R. Soc. Lond. Biol. Lett.*, 21-04-04, Published online
- JOUBIN L. (1894) – Note sur les céphalopodes recueillis dans l'estomac d'un dauphin de la Méditerranée. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **19**: 61-68.
- KUBODERA T. (2005) – Manual for the identification of cephalopod beaks in the Northwest Pacific. <http://research.kahaku.go.jp/zoology/Beak-E/index.htm>.



- LEFKADITOU E., POULOPOULOS Y. (1998) - Cephalopod remains in the stomach content of beaked whales, *Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823), from the Ionian Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **35**: 460-461.
- LEFKADITOU E., MYTILINEOU C., MAIORANO P., D'ONGHIA G. (2003) -Cephalopod species captured by Deep-water Exploratory Trawling in the Northeastern Ionian Sea. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **31**: 431-440.
- MAIORANO P., MASTROTOTARO F., CASAMASSIMA F., PANETTA P. (1999) - Analisi comparativa della teutofauna catturata con due differenti reti a strascico. *Biol. Mar. Médit.*, **6** (1): 579-583.
- MANGOLD K. (1989) – Migrations et distribution verticale. In: Grassé P.- P. & Mangold K. (eds), *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie Céphalopodes*, **5** (4): 629-642.
- MANGOLD-WIRZ K. (1973) - Les céphalopodes récoltés en Méditerranée par le «Jean-Charcot» campagnes Polymède I et II. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **37** (3): 391-395.
- ORSI RELINI L. (1990) - Field observations of young *Ommastrephes bartrami* in offshore waters in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **32** (1): 243.
- ORSI RELINI L. (1995) - Notes on midwater collections of *Heteroteuthis dispar* (Cephalopoda, Sepiolidae). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° spécial **16**: 63-72.
- ORSI RELINI L., RELINI M. (1993) - The stomach content of some common dolphins (*Delphinus delphis* L.) from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, **7**: 99-102.
- ORSI RELINI L., GARIBALDI F., PALANDRI G., CIMA C. (1994) - La comunità mesopelagica e i predatori “di superficie”. *Biol. Mar. Médit.*, **1**: 105-112.
- ORSI RELINI L., GARIBALDI F., CIMA C., PALANDRI G. (1995) - Feeding of the swordfish, the bluefin and other pelagic nekton in the Western Ligurian Sea. *Internat. Comm. Conser. Atlantic Tuna, Coll. Vol. Sci. Pap.*, **44** (1): 283-286.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., CIMA C., LANTERI L., DEI M., RELINI G. (2005) – Mesopelagic fish biodiversity in the Ligurian Cetacean Sanctuary. *Hydrobiologia* (submitted)
- PODESTÀ M., MEOTTI C. (1991) – The stomach contents of a Cuvier's beaked whale *Ziphius cavirostris*, and a Risso's dolphin, *Grampus griseus*, stranded in Italy. *European Research on Cetaceans*, **5**: 58-61.
- RELINI G. (2000) – Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.
- RELINI G., DE ROSSI C., PIANO T., ZAMBONI A. (2002) – Osservazioni sui cefalopodi dei fondi strascicabili liguri. *Biol. Mar. Médit.*, **9** (1): 792-795.
- ROPER C.F.E. (1972) – Mediterranean Biological Studies. Part 5. Ecology and vertical distribution of Mediterranean pelagic cephalopods. *Smithsonian Inst. Rep. July, 1972*, **1**: 282-346.
- ROPER C.F.E. (1974) – Vertical and seasonal distribution of pelagic cephalopods in the Mediterranean Sea. Preliminary report. *Bull. Am. Malacol. Union, Inc.*, May 1974: 27-30.
- ROPER C.F.E., YOUNG R.E. (1975) – Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contribution to Zoology*, **209**: 1-51.
- SALMAN A., KATAGAN T., BOLETZKY S.V. (1999) – New cephalopods molluscs in the Eastern Mediterranean: previously unnoted species or recent migrants? *Vie Milieu*, **49** (1): 11-17.
- SANTOS M.B., PIERCE G.J., HERMAN J., LOPEZ A., GUERRA A., MENTE E., CLARKE M.R. (2001) – Feeding ecology of Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*): a review with new information on the diet of this species. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **81**: 687-694.
- VERANY J.B. (1851) – Céphalopodes de la Méditerranée. In : *Mollusques Méditerranéens observés, décrits, figurés et chromolithographies d'après le vivant*, **1**: 132 pp.
- YOUNG R.E., VECCHIONE M. (2004) – Octopoteuthis. *The Tree of Life Web Project*, URL.

L. TUNESI, A. MOLINARI

ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

## SPECIES RICHNESS AND BIOGEOGRAPHIC OUTLINES OF THE FISH ASSEMBLAGE OF THE PORTOFINO MARINE PROTECTED AREA (LIGURIAN SEA)

### *RICCHEZZA SPECIFICA E AFFINITÀ BIOGEOGRAFICHE DEL POPOLAMENTO ITTICO DELL'AREA MARINA PROTETTA PORTOFINO (MAR LIGURE)*

#### **Abstract**

*The results of studies on fish fauna through visual census techniques carried out in the waters of Portofino promontory since 1991 are reported. Data collected to support the institution of the marine protected area (MPA), established in 1999, are compared with new information to analyse modifications occurring in fish assemblage species composition. The recorded noticeable fish species richness in the study area allows to positively evaluate the effect of protection thereby giving elements to formulate some biogeographic affinity considerations.*

**Key-words:** *marine fish, marine reserve, biogeography, Ligurian Sea.*

#### **Introduction**

Biological diversity protection has become a priority at biosphere scale due to the weight of a human pressure generated by resource exploitation, having devastating effects on the biota. Protection requires knowledge and in order to identify effective strategies, correct information is required, especially at present day, when Mediterranean biodiversity seems to be experiencing modifications under the pressure of climate change (Bianchi & Morri, 2000; Morri & Bianchi, 2001).

Mediterranean fish community is "recent" and even today it is still evolving. The species invasions and distribution in this Sea were affected and shaped by climatic events, especially by the alternating of glacial and inter-glacial periods (Quignard & Tomasini, 2000). Taking into account their degree of mobility, the study of fish species distribution could give important trend indications, especially if carried out in critical points. The Ligurian Sea, the northernmost of the western basin, is one of the coldest areas of the Mediterranean Sea. Ligurian assemblages are in fact characterised by a strong decrease of subtropical elements and by a more marked presence of cold temperate waters (Albertelli *et al.*, 1981; Tunesi & Peirano, 1990). The Portofino promontory has in particular a strategic role because of its position and oceanographic characteristics, and its environmental relevance is well known (Morri *et al.*, 1986).

Fish fauna is considered one of the main components positively influenced by the implementation of new marine protected areas (Ward *et al.*, 2001). This paper shows the results of studies on fish fauna through visual census techniques carried out in the waters of the Portofino promontory since 1991. Data collected to support the institution of the marine protected area (MPA), established in 1999,

are compared with new information, to analyse some modifications occurring in fish assemblage composition.

## Materials and methods

Data on fish species presence was recorded in the waters of the Portofino promontory by means of visual census techniques (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985), distributed in four substrate types (*Posidonia oceanica* meadows, rocky bottom, sand, pebbles), and four depth ranges (0-3; 3.1-12; 12.1-24; 24.1-30 meters) identified as relevant on the basis of previous study (Tunesi and Salvati, 2002). Before the institution of the MPA, from 1991 to 1999 (Tunesi & Vacchi, 1993; Tunesi, 1994; Tunesi *et al.*, 1997), 1081 sampling records were collected (895 paths of 15 minute duration and 186 stationary visual census of 78.5 m<sup>2</sup> in size), while 708 sampling records (458 on rocky bottom, 94 on *Posidonia oceanica*, 48 on pebbles and 108 on sand) were collected from 2002-2003, after the MPA establishment (75 paths, 345 stationary visual census and 288 transects of 125 m<sup>2</sup>). The similarity among fish assemblage associated to the considered substrate types was assessed using the Sorensen index.

Biogeographic affinity of the studied fish assemblage was evaluated on the basis of the information contained in the data bank "Medifaune" (Fredj *et al.*, 1988, 1992). In particular 10 biogeographic Mediterranean sectors were considered (Western Mediterranean North, Central, South; Adriatic Sea North, Central, South; Eastern Mediterranean North, Central, South, Black Sea) and 8 biogeographic worldwide sectors (Mediterranean, Lusitanian, Mauritanian, Boreal, Senegalese, Indo-Pacific, Amphiatlantic, Cosmopolitan).

## Results

On the overall, 94 fish species belonging to 34 families were recorded in the Portofino MPA (Tab. 1). Sparids, Labrids and Blennids represent 44.7% of censused species (respectively 16.0%, 14.9% and 13.8% of the total). Thirty-five percent of the species is associated to a single substrate type (29% to hard bottoms, 1% to pebble bottoms, 10% to sand) while 38% is present on all the considered substrates. The most superficial depth ranges, namely 0-3 and 3.1-12.0 meters, are characterised by the highest number of exclusive species (each with 7 species).

Higher values of Sorensen index (Tab. 2), pointing out relevant similarities, are obtained from the comparison among the species recorded on *Posidonia*, pebble (84.2), sand (75.0) and rocky bottom (74.6), followed by those detected comparing fish species recorded over pebble and those recorded over rocky bottoms (67.7) and sand (62.1). The lowest value of this index, indicating low similarity, was detected between rocky bottom and sand (52.0).

Tab. 1 allows the comparison between the species censused before the institution of the MPA (Tunesi & Vacchi, 1993; Tunesi, 1994; Tunesi *et al.*, 1997) and those recorded afterward. The new species recorded after the institution of the MPA are 17. Many of these are cryptic (7) or pelagic (5) and their new funding could be explained by the execution of a higher number of replicas, but 5 of them are easy to see, if present. Specifically the grouper *E. marginatus* and the forkbeard *P. phycis* were recorded with a relevant frequency of occurrence (12.9% and 4.6% respectively).

Tab. 1 - Fish taxa recorded in the Portofino promontory waters, with the indication of the substrate type on which they were observed (R=Rocky, P=*Posidonia*, Pe=Pebble, S=Sand), depth range (1=0-3 m, 2=3.1-12 m, 3=12.1-24 m, 4=24.1-30 m), behavioral characteristics, observation before the MPA establishment (+), and frequency of occurrence after the MPA establishment (%).

*Lista dei taxa rilevati nelle acque del Promontorio di Portofino, con indicazione della tipologia di fondale alla quale sono stati trovati associati (R=Roccia, P=Posidonia, Pe=Ciottoli, S=Sabbia), intervallo di profondità (1=0-3 m, 2=3.1-12 m, 3=12.1-24 m, 4=24.1-30 m), caratteristiche comportamentali, indicazione di rinvenimento prima dell'istituzione dell'area protetta (+) e frequenza di rinvenimento dopo la sua istituzione (%).*

| Family          | Species/Taxa                       | Substrate Type | Depth Range | Species behaviour | Presence before MPA institution | Frequency of occurrence after MPA establishment per substrate type |      |      |      |
|-----------------|------------------------------------|----------------|-------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                 |                                    |                |             |                   |                                 | R                                                                  | P    | Pe   | S    |
| Apogonidae      | <i>Apogon imberbis</i>             | R; P; Pe       | 1-4         | Cryptic           | +                               | 37.8                                                               | 5.3  | 2.1  |      |
| Atherinidae     | <i>Atherina</i> spp.               | R; P; Pe; S    | 1-2         | Pelagic littoral  | +                               | 1.1                                                                | 2.1  | 6.3  | 0.9  |
|                 | <i>Atherina boyeri</i>             | R              | 1           | Pelagic littoral  | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                 | <i>Atherina hepsetus</i>           | R              | 1           | Pelagic littoral  | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Belonidae       | <i>Belone belone</i>               | R              | 2           | Epipelagic        |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
| Blenniidae      | <i>Aidablennius sphynx</i>         | R; Pe          | 1-2         | Cryptic           | +                               | 1.5                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Coryphoblennius galerita</i>    | R              | 1-2         | Cryptic           | +                               | 0.4                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Lipophrys canevai</i>           | R              | 1-2         | Cryptic           | +                               | 1.1                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Lipophrys dalmatinus</i>        | R              | 2           | Cryptic           |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Lipophrys nigriceps</i>         | R; P           | 1-2;4       | Cryptic           | +                               | 0.9                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Lipophrys trigloides</i>        | R              | 1-2         | Cryptic           | +                               | 1.3                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Parablennius gattoruggine</i>   | R              | 1-2         | Cryptic           | +                               | 0.4                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Parablennius incognitus</i>     | R              | 2           | Cryptic           |                                 | 1.3                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Parablennius pilicornis</i>     | R              | 2           | Cryptic           |                                 | 0.9                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Parablennius rouxi</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Cryptic           | +                               | 22.9                                                               | 1.0  | 2.1  | 4.6  |
|                 | <i>Parablennius sanguinolentus</i> | R; Pe; S       | 1-3         | Benthic           | +                               | 0.2                                                                |      | 2.1  | 0.9  |
|                 | <i>Parablennius tentacularis</i>   | R; S           | 1-2;4       | Cryptic           | +                               | 0.9                                                                |      |      | 1.8  |
|                 | <i>Parablennius zvonimiri</i>      | R              | 1-2         | Cryptic           | +                               | 3.1                                                                |      |      |      |
|                 |                                    |                |             |                   |                                 |                                                                    |      | 2.1  | 6.5  |
| Bothidae        | <i>Bothus podas</i>                | Pe; S          | 1           | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Callionymidae   | <i>Callionymus pusillus</i>        | S              | 1           | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Carangidae      | <i>Seriola dumerili</i>            | R              | 2;4         | Pelagic           |                                 | 3.1                                                                |      |      |      |
| Centracanthidae | <i>Spicara maena</i>               | R; P; Pe; S    | 2-4         | Demersal          | +                               | 28.2                                                               | 44.7 | 6.2  | 29.6 |
|                 | <i>Spicara smaris</i>              | R; P; S        | 3-4         | Demersal          | +                               | 0.2                                                                | 5.3  |      | 0.9  |
| Clupeidae       | <i>Sardina pilchardus</i>          | R              | 1-3         | Pelagic coastal   | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Congridae       | <i>Conger conger</i>               | R              | 4           | Demersal          |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
| Engraulidae     | <i>Engraulis encrasicolus</i>      | R; P; Pe; S    | 1-2;4       | Pelagic coastal   | +                               | 1.3                                                                | 1.1  | 2.1  | 8.3  |
| Gadidae         | <i>Phycis phycis</i>               | R; P           | 3-4         | Demersal          |                                 | 4.6                                                                | 1.1  |      |      |
| Gobiesocidae    | <i>Lepadogaster lepadogaster</i>   | R              | 1-2         | Cryptic           |                                 | 0.4                                                                |      |      |      |
| Gobiidae        | <i>Aphia minuta</i>                | R              | 1           | Pelagic coastal   | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                 | <i>Gobius</i> spp.                 | R; P; S        | 1;3-4       | Demersal          | +                               |                                                                    | 1.1  |      | 4.6  |
|                 | <i>Gobius bucchichi</i>            | R; P; S        | 1-3         | Cryptic           | +                               | 0.4                                                                |      | 20.8 | 2.8  |
|                 | <i>Gobius cobitis</i>              | R              | 1           | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                 | <i>Gobius cruentatus</i>           | R; P           | 1-4         | Cryptic           | +                               | 0.4                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Gobius geniporus</i>            | R; Pe;S        | 1;3-4       | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      | 0.9  |
|                 | <i>Gobius vittatus</i>             | R              | 2-4         | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Labridae        | <i>Coris julis</i>                 | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 91.7                                                               | 88.3 | 95.8 | 67.6 |
|                 | <i>Labrus bimaculatus</i>          | R;P            | 4           | Demersal          | +                               | 1.3                                                                |      |      |      |
|                 | <i>Labrus merula</i>               | R; P; Pe       | 2-4         | Demersal          | +                               | 9.6                                                                | 7.4  | 2.1  |      |
|                 | <i>Labrus viridis</i>              | R; P; Pe       | 1-3         | Demersal          | +                               | 2.6                                                                | 2.1  |      |      |
|                 | <i>Symphodus cinereus</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 5.0                                                                | 6.4  | 8.3  | 4.6  |
|                 | <i>Symphodus doderleini</i>        | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 36.0                                                               | 23.4 | 10.4 | 10.2 |
|                 | <i>Symphodus mediterraneus</i>     | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 43.9                                                               | 23.4 | 4.2  | 5.6  |
|                 | <i>Symphodus melanocercus</i>      | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 16.4                                                               | 36.2 |      | 0.9  |
|                 | <i>Symphodus ocellatus</i>         | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 21.4                                                               | 42.5 | 16.7 | 2.8  |
|                 | <i>Symphodus roissali</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 26.9                                                               | 9.6  | 31.2 | 1.8  |

Tab. 1 (continua)

| Family         | Species/Taxa                      | Substrate Type | Depth Range | Species behaviour | Presence before MPA institution | Frequency of occurrence after MPA establishment per substrate type |      |      |      |
|----------------|-----------------------------------|----------------|-------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                |                                   |                |             |                   |                                 | R                                                                  | P    | Pe   | S    |
| Labridae       | <i>Symphodus rostratus</i>        | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 8.7                                                                | 36.2 |      |      |
|                | <i>Symphodus tinca</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 59.4                                                               | 40.4 | 39.6 | 5.6  |
|                | <i>Thalassoma pavo</i>            | R; P; Pe; S    | 1-3         | Demersal          | +                               | 12.4                                                               | 1.1  |      | 2.8  |
|                | <i>Xyrichtys novacula</i>         | R; S           | 1-2         | Demersal          | +                               | 0.7                                                                |      |      | 3.7  |
| Molidae        | <i>Mola mola</i>                  | R              | 4           | Pelagic           |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
| Moronidae      | <i>Dicentrarchus labrax</i>       | R; P; Pe; S    | 1-2         | Benthonectonic    | +                               | 4.1                                                                | 2.1  | 14.6 | 2.8  |
| Mugilidae      | <i>Liza aurata</i>                | S              | 1;3         | Pelagic coastal   | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                | <i>Mugil sp.</i>                  | R; P; Pe; S    | 1-3         | Pelagic coastal   | +                               | 5.7                                                                | 5.3  | 4.2  | 2.8  |
| Mullidae       | <i>Mullus barbatus</i>            | R; P; Pe; S    | 1-3         | Demersal          | +                               | 0.2                                                                | 1.1  |      | 8.3  |
|                | <i>Mullus surmuletus</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 28.4                                                               | 29.8 | 35.4 | 20.4 |
| Muraenidae     | <i>Murena helena</i>              | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 7.0                                                                | 1.1  | 4.2  | 2.8  |
| Pomacentridae  | <i>Chromis chromis</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 91.0                                                               | 77.6 | 70.8 | 23.1 |
| Sciaenidae     | <i>Sciaena umbra</i>              | R              | 1           | Demersal          |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
| Scombridae     | <i>Sarda sarda</i>                | R              | 2           | Pelagic           |                                 | 0.9                                                                |      |      |      |
|                | <i>Scomber sp.</i>                | R              | 3           | Pelagic           | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Scorpaenidae   | <i>Scorpaena madurensis</i>       | R              | 3           | Cryptic           |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
|                | <i>Scorpena notata</i>            | R; P; Pe       | 1-4         | Cryptic           | +                               | 3.9                                                                |      |      |      |
|                | <i>Scorpena porcus</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Cryptic           | +                               | 4.4                                                                | 1.1  | 2.1  |      |
|                | <i>Scorpena scrofa</i>            | R; P; Pe       | 1-4         | Cryptic           | +                               | 3.5                                                                |      |      |      |
| Serranidae     | <i>Anthias anthias</i>            | R; P; S        | 3-4         | Demersal          | +                               | 30.6                                                               | 3.2  |      | 4.6  |
|                | <i>Epinephelus marginatus</i>     | R; P; Pe       | 2-4         | Demersal          |                                 | 12.9                                                               | 6.4  | 6.2  | 0.9  |
|                | <i>Serranus cabrilla</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 82.5                                                               | 51.1 | 85.4 | 54.6 |
|                | <i>Serranus hepatus</i>           | Pe;S           | 2           | Demersal          | +                               |                                                                    |      | 2.1  |      |
|                | <i>Serranus scriba</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 55.5                                                               | 51.1 | 37.5 | 6.5  |
| Soleidae       | <i>Solea sp.</i>                  | S              | 1-2         | Demersal          | +                               |                                                                    |      |      |      |
| Sparidae       | <i>Boops boops</i>                | R; P; Pe; S    | 1-4         | Dem.-epipelagic   | +                               | 3.5                                                                | 19.1 | 2.1  | 5.6  |
|                | <i>Dentex dentex</i>              | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 14.4                                                               | 2.1  | 8.3  | 4.6  |
|                | <i>Diplodus annularis</i>         | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 20.1                                                               | 77.7 | 10.4 | 2.8  |
|                | <i>Diplodus puntazzo</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 42.8                                                               | 13.8 | 41.7 | 12.2 |
|                | <i>Diplodus sargus</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 76.6                                                               | 52.1 | 77.1 | 30.6 |
|                | <i>Diplodus vulgaris</i>          | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 90.8                                                               | 64.9 | 75.0 | 38.0 |
|                | <i>Lithognathus mormyrus</i>      | R; P; S        | 1-3         | Demersal          | +                               |                                                                    | 1.1  |      | 4.6  |
|                | <i>Oblada melanura</i>            | R; P; Pe; S    | 1-4         | Dem.- pelagic     | +                               | 22.7                                                               | 20.2 | 41.7 | 1.8  |
|                | <i>Pagellus acarne</i>            | Pe             | 1           | Demersal          | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                | <i>Pagellus bogaraveo</i>         | R              | 1           | Demersal          | +                               |                                                                    |      |      |      |
|                | <i>Pagellus erithrinus</i>        | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 0.4                                                                | 2.1  |      | 5.6  |
|                | <i>Pagrus pagrus</i>              | R; P; Pe; S    | 1-3         | Demersal          | +                               | 1.5                                                                | 7.4  |      |      |
|                | <i>Sarpa salpa</i>                | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 46.9                                                               | 53.2 | 72.9 | 9.3  |
|                | <i>Sparus aurata</i>              | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 2.8                                                                | 8.5  |      | 10.2 |
|                | <i>Spondylusoma cantharus</i>     | R; P; Pe; S    | 1-4         | Demersal          | +                               | 2.2                                                                | 57.4 | 6.2  | 11.1 |
| Spyraenidae    | <i>Sphyræna viridensis</i>        | R; P           | 2           | Pelagic           |                                 | 0.2                                                                | 3.2  |      |      |
| Scyliorhinidae | <i>Scyliorhinus stellaris</i>     | R              | 2           | Demersal          |                                 | 0.2                                                                |      |      |      |
| Syngnathidae   | <i>Syngnathidae sp.</i>           | R; S           | 1;3         | Cryptic           | +                               |                                                                    |      |      | 0.9  |
| Synodontidae   | <i>Synodus saurus</i>             | R; Pe; S       | 1-3         | Demersal          | +                               | 0.4                                                                |      | 4.3  | 0.9  |
| Trachinidae    | <i>Trachinus draco</i>            | S              | 1-3         | Demersal          | +                               |                                                                    |      |      | 3.7  |
| Triglidae      | <i>Trigla lucerna</i>             | S              | 1-2         | Demersal          | +                               |                                                                    |      |      | 2.8  |
| Tripterygiidae | <i>Tripterygion delaisi</i>       | R              | 2-4         | Cryptic           |                                 | 1.5                                                                |      |      |      |
|                | <i>Tripterygion melanurus</i>     | R              | 1-2;4       | Cryptic           |                                 | 2.8                                                                |      |      |      |
|                | <i>Tripterygion tripteronotus</i> | R; P; Pe; S    | 1-4         | Cryptic           | +                               | 9.2                                                                | 1.1  |      | 0.9  |

Tab. 2 - Sorensen index values obtained from the comparison among species recorded associated with the considered substrate types.

*Valori dell'indice di Sorensen ottenuti comparando le specie rilevate associate alle tipologie di fondale considerate.*

|           | Rocky | Pebble | Posidonia | Sand |
|-----------|-------|--------|-----------|------|
| Rocky     | -     | 67.7   | 74.6      | 52.0 |
| Pebble    |       | -      | 84.2      | 62.1 |
| Posidonia |       |        | -         | 75.0 |
| Sand      |       |        |           | -    |

Coastal fish assemblage recorded in the Portofino MPA shows a strong biogeographic affinity with the other sectors of the Mediterranean basins, characterised by a progressive decrease from western central Mediterranean (98%), to central Adriatic Sea (97%), eastern Mediterranean central (93%), western Mediterranean south (92%) and southern eastern Mediterranean (91%) (Tab. 3). Considering the main biogeographic sectors of the world, the studied fish assemblage shows a higher affinity with the Lusitanian (82%) and Mauritanian (74%) sectors (Tab. 3).

Tab. 3 - Assessment of the affinity of the Portofino fish assemblage (88 species) for the considered biogeographic sectors.

*Stima dell'affinità del popolamento ittico di Portofino (88 specie) per i settori biogeografici considerati.*

| Mediterranean Biogeographic Sectors |         | N. of common species with the studied area | %   |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------------|-----|
| Western Mediterranean               | Central | 86                                         | 98  |
|                                     | South   | 81                                         | 92  |
| Adriatic Sea                        | North   | 72                                         | 82  |
|                                     | Central | 85                                         | 97  |
|                                     | South   | 64                                         | 73  |
| Eastern Mediterranean               | North   | 71                                         | 81  |
|                                     | Central | 82                                         | 93  |
|                                     | South   | 80                                         | 91  |
| Black Sea                           |         | 54                                         | 61  |
| World Biogeographic Sectors         |         | N. of common species with the studied area | %   |
| Mediterranean                       |         | 88                                         | 100 |
| Lusitanian                          |         | 72                                         | 82  |
| Mauritanian                         |         | 69                                         | 78  |
| Boreal                              |         | 37                                         | 42  |
| Senegalese                          |         | 46                                         | 52  |
| Amphiatlantic                       |         | 9                                          | 10  |
| Indo-Pacific                        |         | 6                                          | 7   |
| Cosmopolitan                        |         | 1                                          | 1   |

## Conclusions

Collected data highlights the outstanding fish species richness of the Portofino MPA, confirming the environmental relevance of this coastal area (Morri *et al.*, 1986). Fish assemblage shows a composition in families similar to other western Mediterranean coastal areas, with the predominance of species belonging to Sparids and Labrids (Tunesi *et al.*, 2001; Tunesi & Salvati, 2003).

One of the main objectives of the creation of new MPAs is conserving the marine biodiversity and allowing the habitat re-appropriation and the recovery of natural behaviour by marine species. In fact collected data on species composition highlights the relevant role played by substrate type. In particular, the Sorensen index shows that rocky bottom is the substrate type hosting the higher number of exclusive species while *P. oceanica* did not host any exclusive species in the investigated area, and its assemblage appears more similar to the assemblages associated to pebble and to sand. Taking into account the depth range, only the first two ranges (0-3 and 3.1-12 m) seem to be characterised by preferential species.

The comparison of the data recorded before the MPA institution and those censused recently points out an increase in the number of species (from 77 to 94). This difference could be partially explained by the behaviour of a part of the new-recorded species (cryptic, pelagic), or the rareness of the specimens. Nevertheless, the new finding of specimens of *E. marginatus*, *C. conger*, *P. phycis*, *S. umbra*, *S. stellaris*, could be considered a result of the protection, probably related to the recovery of coastal habitats previously abandoned due to excessive human encroachment (Sánchez Lizaso *et al.*, 2000). This could be considered an important outcome because, in considering biodiversity from the perspective of species richness, the total number of species may not be as important a parameter as the composition of the species itself. Thus, species should be evaluated not simply in terms of their number because many inconsequential species may not be as valuable as fewer important ones (Salm *et al.*, 2000).

Data on biogeographic affinity of the fish assemblage points out a strong decrease in the North-South axis rather than West-East. This tendency is confirmed by taking into account the 8 main biogeographic worldwide sectors: the more similar ones are the two bordering the west Mediterranean and, between these, the study assemblage shows a higher affinity for the Lusitanian sector.

No particular evidence is given by our data on the occurrence of alien species or modifications due to climate changes. Three of the four-recorded species considered as representative of central and southern Mediterranean sectors in the data bank "Medifaune" (*G. vittatus*, *P. pilicornis*, *S. madurensis* and *S. viridensis*), in fact are cryptic, and the knowledge about their spatial distribution deserves more studies, as has happened for *S. viridensis* (Relini & Orsi Relini, 1997).

The four first years of life of the Portofino MPA appear to have a beneficial effect on coastal fish assemblages. These first results point out the relevance of collecting historical series of data and of identifying species indicators and specific indexes useful to evaluate the effect of protection and the biodiversity status along the Italian coasts. MPAs should be identified as privileged sites to improve this kind of monitoring system at a National scale.



## Riassunto

Il presente contributo fornisce i risultati di studi condotti a partire dal 1991 sulla fauna ittica presente nelle acque del promontorio di Portofino mediante l'applicazione di tecniche di censimento visuale in immersione. I dati raccolti per consentire la creazione dell'area marina protetta, istituita nel 1999, sono confrontati con nuove informazioni al fine di analizzare le modificazioni registrate nella composizione del popolamento ittico. L'elevata ricchezza specifica rilevata nell'area oggetto di studio consente di valutare positivamente l'effetto della protezione, fornendo elementi per formulare alcune considerazioni sulle sue affinità biogeografiche.

## Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the colleagues Mario Mori and Eva Salvati for their assistance in the field activities. A particular thank to Giulia Mo for the kind revision of the English text.

## References

- ALBERTELLI G., CATTANEO M., DRAGO N. (1981) - Macrobenthos du plateau continentale ligure et de l'Archipel Toscan: aperçus zoogéographiques. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27**: 127-128.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Poll. Bull.*, **40** (5): 367-376.
- FREDJ G., BELLAN-SANTINI D., MENARDI M. (1992) - État des connaissances sur la faune marine méditerranéenne. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, no. spécial, **9**: 133-145.
- FREDJ G., MENARDI M., MARRAS R. (1988) - Medifaune: une banque de données sur la faune marine méditerranéenne. In: G. Fredj (ed), *Premières Journées d'étude des Producteurs Français de Banques de Données Biologiques Factuelles*, Editions d'Olmo, Saint Laurent du Var: 115-145.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R. (1985) - Evaluation des peuplements et populations de poissons: Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-540.
- MORRI C., BIANCHI C.N. (2001) - Recent changes in biodiversity in the Ligurian Sea (NW Mediterranean): is there a climatic forcing? In: F.M. Faranda, L. Guglielmo, G. Spezie (eds), *Mediterranean Ecosystems: structures and processes*, Springer-Verlag Italia: 375-384.
- MORRI C., BIANCHI C.N., DAMIANI V., PEIRANO A., ROMEO G., TUNESI L. (1986) - L'ambiente marino tra Punta Chiappa e Sestri Levante (Mar Ligure): profilo ecotipologico e proposta di carta bionomica. *Boll. Mus. Ist. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 213-231.
- QUIGNARD J.P., TOMASINI J.A. (2000) - Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 1-66.
- RELINI M., ORSI RELINI L. (1997) - The two species of Barracuda (Sphyrænidae) in the western Mediterranean. *Cybium*, **21** (2): 216-222.
- SALM R.V., CLARK J., SIIRILA E. (2000) - *Marine and coastal protected areas: a guide for planners and managers*. IUCN, Washington DC: xxi+371 pp.
- SÁNCHEZ LIZASO J.L., GOÑI R., REÑONES O., GARCIA CHARTON J.A., GALZIN R., BAYLE J.T., SÁNCHEZ JEREZ P., PEREZ RUZAF A., RAMOS A.A. (2000) - Density dependence in marine protected populations: a review. *Env. Cons.*, **27** (2): 144-158.
- TUNESI L. (1994) - Presenza di giovanili di specie ittiche necto-bentiche nelle acque costiere del Golfo Tigullio (Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 315-316.
- TUNESI L., MARIANI L., MORI M. (1997) - Insediamento di stadi giovanili di specie ittiche nelle acque costiere del Golfo Tigullio (Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 282-290.
- TUNESI L., PEIRANO A. (1990) - Lineamenti biogeografici del Mar Ligure Centro-Orientale: invertebrati megabentici dei fondi mobili. *Oebalia*, **16-1** (Suppl.): 349-356.
- TUNESI L., SALVATI E. (2002) - Study of the coastal ichthyofauna of the Archipelago of La Maddalena to support the zoning of the Marine Protected Area. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 710-713.

- TUNESI L., SALVATI E. (2003) - Visual census methodologies applied to the study of the coastal fish fauna of the La Maddalena Arcipelago (North-Eastern Sardinia). *Atti A.I.O.L.*, **16**: 1-13.
- TUNESI L., SALVATI E., LAURIANO G., MARIANI L. (2001) - Study of the coastal fish fauna of the Asinara island to support the zoning of the marine protected area. *Atti A.I.O.L.*, **14**: 189-198.
- TUNESI L., VACCHI M. (1993) - Indagini visuali in immersione nell'area marina di Portofino: applicazione di un metodo per lo studio dei popolamenti ittici. *Biol. Mar. (Suppl. Notiz. SIBM)*, **1**: 355-360.
- WARD T.J., HEINEMANN D., EVANS N. (2001) - *The role of marine reserves as fisheries management tools.: a review of concepts, evidence and international experience*. Bureau of Rural sciences, Canberra, Australia: 192 pp.

F. ALEFFI, V. SOLIS-WEISS, N. BETTOSO, L. FARESI

Laboratorio di Biologia Marina, Via A. Piccard, 54 - 34010 Trieste, Italia.  
aleffi@univ.trieste.it

## VARIAZIONE TEMPORALE DEL MACROZOOBENTHOS NELLA ZONA “BUFFER” DELLA RISERVA MARINA DI MIRAMARE, GOLFO DI TRIESTE

### *TEMPORAL VARIATION OF MACROZOOBENTHOS IN THE BUFFER AREA OF MIRAMARE MARINE RESERVE, GULF OF TRIESTE*

#### **Abstract**

*The macrobenthic populations of a coastal station located in the buffer zone of the Miramare Marine Reserve were studied on a monthly sampling basis during 2003. Polychaetes dominate (51% of the total taxa) followed by mollusks (22%). Diversity and equitability were high during the study period; the presence of the bivalves *Corbula gibba* and *Tellina distorta* indicates some degree of instability, probably due to the local hydrodynamic regime in the bottom.*

**Key-words:** macrozoobenthos, temporal variations, marine parks, Gulf of Trieste.

#### **Introduzione**

La Riserva Naturale Marina di Miramare ([www.riservamarinamiramare.it](http://www.riservamarinamiramare.it)), istituita nel 1986 (legge n° 979/82) ed attualmente gestita dal WWF, è tra le prime aree marine protette create in Italia. Presenta un'estensione totale di 120 ettari, di cui 30 a tutela integrale, in cui sono vietati il transito, la balneazione, la pesca o qualsiasi forma di prelievo, compreso quello della flora e fauna subacquee e costiere. I restanti 90 ettari costituiscono una zona “buffer” di 400 m di ampiezza, situata al limite esterno dell'area a tutela integrale, in cui vige il divieto di pesca professionale ed ancoraggio.

Il Laboratorio di Biologia Marina ed il Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste, nell'ambito di vari programmi di ricerca, hanno effettuato da decenni il monitoraggio di una stazione costiera (C1) che, con la creazione della Riserva, ha assunto un crescente interesse dal punto di vista ecologico, in quanto situata al limite della zona protetta. Gli studi pregressi erano focalizzati esclusivamente sulle caratteristiche abiotiche e biotiche della colonna d'acqua (Fonda Umani *et al.*, 2004). Per tale motivo, nel 2003, si è deciso di approfondire lo studio di questa zona, attraverso le indagini sui popolamenti bentonici, i cui primi risultati vengono discussi in questo lavoro.

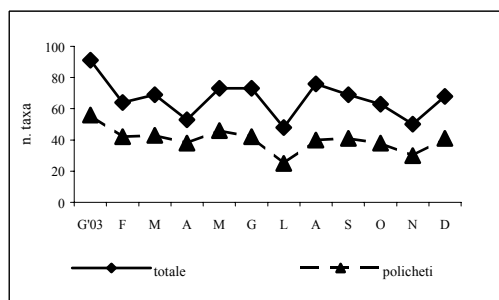
#### **Materiali e metodi**

La stazione C1 (45°42'06"N 13°42'36"E) è situata a circa 200 m dalla costa, ad una profondità di 17 m, su un sedimento di tipo pelitico (60,44% argilla - 39,56% silt). I campionamenti sono stati effettuati a cadenza mensile, nel corso del 2003. Sono state raccolte tre bennate per ciascuna data di prelievo utilizzando una benna van Veen da 0,1 m<sup>2</sup>; il sedimento è stato setacciato su maglie da 0,5 mm e fissato in soluzione di formalina al 4%. Infine il macrobenthos è stato

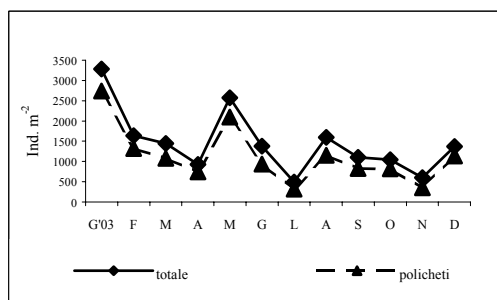
identificato e sono stati calcolati l'indice di diversità di Shannon ( $H'$ ) e l'equitabilità di Pielou ( $J$ ). La biomassa è stata misurata come  $\text{g m}^{-2}$  di peso secco senza ceneri (PSSC), ottenuto dalla differenza fra il peso secco ( $105^\circ\text{C}$  per 24 h) ed il peso delle ceneri ( $500^\circ\text{C}$  per 12 h) (Stirn, 1981).

## Risultati

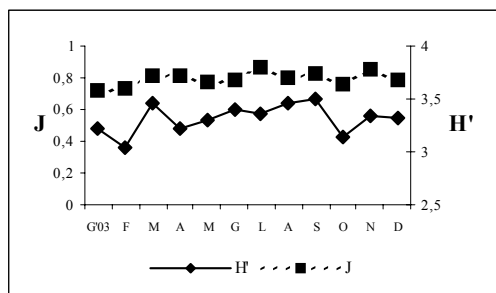
Sono stati identificati 175 taxa, 51% dei quali appartenenti ai policheti, 22% ai molluschi, 15% ai crostacei, 7% agli echinodermi e 5% all'insieme costituito da antozoi, sipunculidi ed ascidiacei. Il valore più elevato del numero di taxa è stato rilevato nel mese di gennaio (91 taxa), il minimo a luglio (48 taxa) (Fig. 1a), con un valore medio di 66 taxa per il 2003. La densità presenta il massimo a gennaio, corrispondente a  $3287 \text{ ind. m}^{-2}$  ed il minimo a luglio con  $490 \text{ ind. m}^{-2}$  (Fig. 1b). I policheti sono sempre il gruppo più ricco e abbondante. L'indice di Shannon presenta una media di  $3,31 (\pm 0,13)$  e l'equitabilità di  $0,79 (\pm 0,05)$  (Fig. 1c); tali valori si possono considerare elevati se confrontati con quelli riportati da Solis-Weiss *et al.* (2001) per i popolamenti bentonici di 210 stazioni, distribuite su tutto il Golfo di Trieste e campionate dal 1967 al 1999.



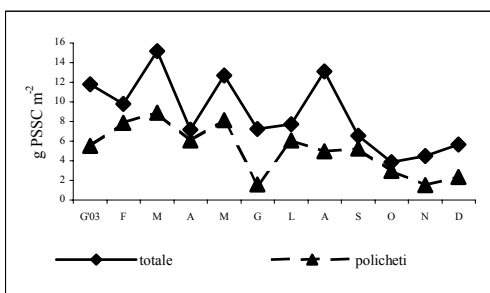
1a



1b



1c



1d

Fig. 1 - a) Andamento del numero di taxa. b) Andamento della densità. c) Andamento dell'indice di Shannon ( $H'$ ) e dell'equitabilità ( $J$ ). d) Andamento della biomassa.

a) Trend of the number of taxa. b) Trend of density. c) Trend of Shannon index ( $H'$ ) and equitability ( $J$ ). d) Trend of biomass.

Le specie dominanti sono i policheti *Lumbrineris gracilis* (200 ind. m<sup>-2</sup>) ed *Eunice vittata* (81 ind. m<sup>-2</sup>), il bivalve *Corbula gibba* (63 ind. m<sup>-2</sup>) e, tra gli echinodermi, *Amphiura chiajei* (17 ind. m<sup>-2</sup>). Oltre alla dominanza di *C. gibba*, specie indicatrice di instabilità ambientale (Pérès e Picard, 1964), si rileva la presenza costante del bivalve *Tellina distorta*, associato a fattori di instabilità del ritmo sedimentario (Orel *et al.*, 1987; Aleffi *et al.*, 1995).

La biomassa totale varia da 15,17 g PSSC m<sup>-2</sup>, nel mese di marzo, a 3,84 g PSSC m<sup>-2</sup> in ottobre (Fig. 1d). Come già rilevato per la ricchezza e per l'abbondanza, i policheti sono generalmente dominanti, grazie alla presenza di specie ad elevata biomassa, quali *Marphysa sanguinea* e *Chaetopterus variopedatus*. Alcune eccezioni si registrano nei mesi di giugno, agosto e novembre, durante i quali, rispettivamente crostacei, echinodermi e molluschi presentano valori più elevati di biomassa.

## Conclusioni

I valori elevati di densità, diversità ed equitabilità possono essere legati al fatto che l'area è sottoposta ad un'azione di disturbo intermedio, indicato dalla presenza di *Corbula gibba* e *Tellina distorta*, specie associate a condizioni di instabilità del ritmo di sedimentazione. Tali condizioni sono probabilmente indotte da un marcato idrodinamismo a livello del fondo, a causa della ridotta profondità, dell'azione dei venti, ma soprattutto per la formazione di turbolenze, che generalmente si instaurano in corrispondenza dei promontori, come quello di Miramare.

## Bibliografia

- ALEFFI F., DELLA SETA G., GORIUP F., LANDRI P., OREL G. (1995) - Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste. Atti del congresso "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico" Regione Emilia Romagna, Marina di Ravenna, 28-29/9/1995: 81-99.
- FONDA UMANI S., BERAN A., PARLATO S., VIRGILIO D., ZOLLET T., DE OLAZA-BAL A., LAZZARINI B., CABRINI M. (2004) - *Noctiluca scintillans* Macartney in the northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. *J. Plankton Res.*, **26** (5): 545-561.
- OREL G., MAROCCO R., VIO E., DEL PIERO D., DELLA SETA G. (1987) - Sedimenti e biocenosi bentoniche tra la foce del Po ed il Golfo di Trieste (Alto Adriatico). *Bull. Ecol.*, **18** (2): 229-241.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **31**: 5-137.
- SOLIS-WEISS V., ROSSIN P., ALEFFI F., BETTOSO N., OREL G., VRISER B. (2001) - Gulf of Trieste sensitivity areas using Benthos and GIS techniques. In: E. Özhan (ed), *Medcoast 2001*, 5<sup>th</sup> International Conference on the Mediterranean coastal environment, Hammamet, Tunisia, **3**: 1567-1578.
- ŠTIRN J. (1981) - Manual of methods in aquatic environment research. *FAO Fish. Techn.*, **208**: 70 pp.

R. BALZANO, G. VETRANO, F. DI STEFANO\*, G. DI MAIO\*, G.C. CARRADA

Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli "Federico II", Via Mezzocannone, 8 – 80134 Napoli, Italia.  
rafba@libero.it

\*Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Università di Napoli Parthenope, Napoli, Italia.

## DATI PRELIMINARI SUL POPOLAMENTO ITTICO DELLO SCOGLIO DEL VERVECE (AREA MARINA PROTETTA DI PUNTA CAMPANELLA, TIRRENO MERIDIONALE)

### *PRELIMINARY DATA ON FISH ASSEMBLAGE COMPOSITION OF THE VERVECE ISLET (MARINE PROTECTED AREA OF PUNTA CAMPANELLA, SOUTHERN TYRRHENIAN SEA)*

#### **Abstract**

*A preliminary study on the fish assemblage along the coasts of the islet of Vervece, no-take zone of the MPA of Punta Campanella, was carried out from 2002 to 2003. The composition of fish assemblage was estimated by means of visual census. The total number of species observed was 36.*

**Key-word:** *ecological association, fish composition, marine parks, biological surveys.*

#### **Introduzione**

Nell'Area Marina Protetta (AMP) di Punta Campanella (Tirreno meridionale), è stato censito il popolamento ittico intorno allo scoglio del Vervece, che costituisce una delle due zone di riserva integrale dell'AMP. La fauna ittica è, infatti, una componente importante delle Aree Marine Protette, in quanto, oltre ad essere una fonte di sostentamento per l'uomo, è attrattiva per molte attività ricreative previste in un'AMP; inoltre, in qualità di lettori ecologici, i popolamenti ittici sono descrittori efficaci e sensibili delle misure di protezione applicate per il miglioramento della qualità ambientale (Garcia e Zabala, 1990; La Mesa e Vacchi, 1999).

#### **Materiali e metodi**

L'attività di campo è stata svolta intorno allo scoglio del Vervece, Zona A dell'Area Marina Protetta di Punta Campanella, dall'aprile del 2002 al novembre del 2003.

Lo scoglio è ubicato sul versante napoletano della Penisola sorrentino-amalfitana e dista circa 1000 metri dal prospiciente porticciolo di Massa Lubrense. Il versante occidentale è caratterizzato da una parete calcarea, che termina a circa 40m di profondità su sedimento grossolano, mentre i versanti settentrionale ed orientale sono caratterizzati da pianori rocciosi, sui quali è stato possibile effettuare il censimento visivo in immersione mediante le tecniche del punto fisso e del percorso (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). La composizione in specie del popolamento ittico è stata valutata dalla superficie fino a 30m di profondità, in due finestre temporali (primaverile ed autunnale) per ciascuno dei due anni.

## Risultati

In totale, sono stati eseguiti 56 rilevamenti visivi, di cui 40 effettuati mediante la tecnica del punto fisso e 16 con la tecnica del percorso.

Tab. 1 - Lista delle specie censite nei due anni di studio.

*List of species observed in two years of study.*

| Famiglie 13; generi 23; Specie 36 | Punti fissi |      | Percorsi |      |
|-----------------------------------|-------------|------|----------|------|
|                                   | 2002        | 2003 | 2002     | 2003 |
| APOGONIDAE                        |             |      |          |      |
| <i>Apogon imberbis</i>            | 40          | 45   | 63       | 50   |
| BLENNIDAE                         |             |      |          |      |
| <i>Lipophrys nigriceps</i>        | 5           | -    | 25       | 13   |
| <i>Parablennius gattorugine</i>   | 5           | 5    | 25       | 25   |
| <i>Parablennius incognitus</i>    | -           | -    | -        | 38   |
| <i>Parablennius rouxi</i>         | 45          | 75   | 50       | 50   |
| <i>Parableius zvonimiri</i>       | -           | -    | -        | 13   |
| CARANGIDAE                        |             |      |          |      |
| <i>Seriola dumerili</i>           | -           | -    | 13       | -    |
| CENTRACANTHIDAE                   |             |      |          |      |
| <i>Spicara maena</i>              | 20          | 15   | 25       | 38   |
| GOBIDAE                           |             |      |          |      |
| <i>Gobius cruentatus</i>          | -           | 5    | -        | -    |
| LABRIDAE                          |             |      |          |      |
| <i>Coris julis</i>                | 100         | 95   | 100      | 88   |
| <i>Symphodus doderleini</i>       | 40          | 50   | 13       | 13   |
| <i>Symphodus mediterraneus</i>    | 90          | 75   | 50       | 63   |
| <i>Symphodus ocellatus</i>        | 20          | 25   | 13       | 25   |
| <i>Symphodus roissali</i>         | -           | 5    | -        | 13   |
| <i>Symphodus tinca</i>            | 30          | 25   | 38       | 50   |
| <i>Thalassoma pavo</i>            | 70          | 60   | 100      | 88   |
| MULLIDAE                          |             |      |          |      |
| <i>Mullus surmuletus</i>          | -           | 5    | -        | 13   |
| MURAENIDAE                        |             |      |          |      |
| <i>Muraena helena</i>             | 30          | 35   | 63       | 63   |
| POMACENTRIDAE                     |             |      |          |      |
| <i>Chromis chromis</i>            | 90          | 90   | 100      | 88   |
| SCORPANEIDAE                      |             |      |          |      |
| <i>Scorpaena notata</i>           | 10          | 10   | 75       | 50   |
| <i>Scorpaena porcus</i>           | 5           | 5    | 50       | 25   |
| <i>Scorpaena scrofa</i>           | -           | -    | -        | 13   |
| SERRANIDAE                        |             |      |          |      |
| <i>Anthias anthias</i>            | 50          | 35   | 25       | 13   |
| <i>Epinephelus marginatus</i>     | -           | 15   | 38       | 25   |
| <i>Serranus cabrilla</i>          | 90          | 95   | 63       | 50   |
| <i>Serranus scriba</i>            | 35          | 40   | 38       | 63   |
| SPARIDAE                          |             |      |          |      |
| <i>Boops boops</i>                | 15          | 25   | 75       | 88   |
| <i>Dentex dentex</i>              | -           | -    | 13       | -    |
| <i>Diplodus puntazzo</i>          | 10          | 25   | 50       | 88   |
| <i>Diplodus sargus</i>            | 30          | 50   | 88       | 88   |
| <i>Diplodus vulgaris</i>          | 85          | 90   | 88       | 100  |
| <i>Oblada melanura</i>            | -           | 10   | 13       | 25   |
| <i>Sarpa salpa</i>                | 45          | 30   | 63       | 63   |
| <i>Spondyllosoma cantharus</i>    | 5           | -    | -        | 13   |
| TRIPTERYGIDAE                     |             |      |          |      |
| <i>Tripterygion delaisi</i>       | -           | 5    | -        | 13   |
| <i>Tripterygion tripteronotus</i> | 5           | 10   | 25       | 25   |



Durante l'intero periodo di studio, sono state censite complessivamente 36 specie: 28 specie nel 2002 e 35 nel 2003. In Tab. 1 è riportato l'elenco delle famiglie e delle specie censite nel 2002 e nel 2003, secondo le tecniche adoperate per il campionamento; in tabella è, inoltre, indicata la frequenza di rinvenimento con cui nel corso dei rilevamenti sono state censite le diverse specie.

Il pomacentride *Chromis chromis* e la specie sedentaria *Coris julis* sono le specie più frequenti, mentre le specie criptiche sono quelle meno frequenti. Nel corso dei rilevamenti è stato osservato un incremento della frequenza di rinvenimento delle specie del genere *Diplodus*. In termini generali, è prudente considerare che le peculiari caratteristiche del sito hanno, inoltre, concorso a limitare il numero di specie osservate.

Per quanto concerne la composizione in specie del popolamento ittico, le famiglie *Labridae*, *Sparidae* e *Serranidae* costituiscono, da sole, il 60% delle specie complessivamente censite.

## Conclusioni

Il presente studio rappresenta il primo contributo alla conoscenza dei popolamenti ittici in una zona di riserva integrale dell'AMP di Punta Campanella e, quindi, costituisce una base di partenza per ulteriori approfondimenti.

Successive ricerche sono, infatti, necessarie, al fine di fornire anche una caratterizzazione quantitativa del popolamento ittico dello scoglio del Vervece.

## Bibliografia

- GARCIA-RUBIES A., ZABALA M. (1990) - Effect of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, **54** (4): 317-328.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAVEAUT C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLER J., LASSERE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations des poissons: méthodes et problème. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- LA MESA G., VACCHI M. (1999) - An analysis of the coastal fish Assemblage of the Ustica Island Marine Reserve (Mediterranean Sea). *P.S.Z.N., Marine Ecology*, **20** (2): 147-165.

S. BUSSOTTI, G. BELMONTE, S. FRASCHETTI, A. TERLIZZI, P. D'AMBROSIO,  
P. GUIDETTI, F. DENITTO, F. BOERO

Laboratorio di Zoologia, DiSTeBA, Università di Lecce, Via Prov.le Lecce-Monteroni – 73100 Lecce, Italia.  
simona.bussotti@unile.it

## SUBMARINE CAVES IN SOUTHERN APULIA AS PRIORITY HABITATS FOR CONSERVATION PURPOSES

### *LE GROTTA MARINE NELLA PUGLIA MERIDIONALE COME HABITAT PRIORITARI PER LA CONSERVAZIONE*

#### **Abstract**

*The coast between Otranto and Leuca (Salento Peninsula; Apulia) is rich in marine caves. The analysis of sessile benthos revealed a high variability among three caves investigated, whereas fish assemblages were more evenly distributed. Juvenile stages of several fish were recorded from inside the caves. Protection of marine caves, especially where they are particularly numerous, is highly advisable due to their potentially important ecological role (maintenance of biodiversity, nursery) not only as distinctive but also as representative habitats.*

**Key-words:** caves, biodiversity, marine parks, Mediterranean Sea.

#### **Introduction**

Habitat representation (i.e. selection of habitats relevant at regional scale) and distinctiveness (presence of peculiar habitats) are central issues in the optimization for siting Marine Protected Areas (MPAs). Such an approach maximises the potential of MPAs in accomplishing both the preservation of marine biological diversity and the enhancement of marine resources (e.g. Roff and Evans, 2002; Sala *et al.*, 2002; Frascchetti *et al.*, 2005). The coast of the Salento Peninsula (Apulia, SE Italy), especially between Otranto and Leuca, is extremely rich in marine caves (Onorato *et al.*, 1999). Submarine caves have been often certified as priority habitats due to their ecological importance and vulnerability to human pressure (Iliffe, 1979; Roff and Evans, 2002; Cicogna *et al.*, 2003). Several areas in the Salento Peninsula have been proposed for the establishment of MPAs. To date, however, the inclusion of marine caves within MPAs has only been recommended in recognition of their aesthetic features, whereas no ecological criteria (e.g. habitat representativeness) have been taken into account. In this study, quantitative data have been collected to assess the distribution patterns of sessile benthos and fish inside submarine caves with the aim to provide appropriate guidelines for including these habitats within MPAs.

#### **Materials and methods**

##### *Sampling design*

Three shallow (6-8 m depth) submarine caves with comparable morphologies were studied in 4 random times at Leuca, SE Italy (T1 July 2000, T2 November 2000, T3 February 2001, T4 June 2001):

C = 'Grotta Piccola del Ciolo' (39°50'38" N - 18°23'11" E, about 100 m long);

M = 'Grotta di Marinella' (39°49'00" N - 18°23'24" E, about 65 m long);  
 P = 'Galleria della Principessa' (39°48'18" N - 18°22'43" E, about 85 m long).

Percent cover of sessile benthos living on the rocky walls of the caves was evaluated analysing 1632 slides. Eight replicated photos (sampling unit = 16 × 23 cm) were taken within three areas (3 m<sup>2</sup>) at each of the six (five at M) sectors identified at different distance from the entrance: 0, 10, 20, 40, 60 and 80 m.

A modified "strip-transect" visual census method was used to assess the fish fauna (see Bussotti *et al.*, 2002 for details). The abundance and size of fish were estimated along 10 m long and 2 m wide transects (20 m<sup>2</sup>). Average fish densities were then converted to number of individuals 100 m<sup>-2</sup>. The caves were subdivided into sections 20-25 m long, from the entrance towards the innermost portions (3 sections at M, 4 at C and P) and four replicate censuses per section were performed.

### Statistical analyses

Multivariate analyses on assemblages of sessile benthos and fish fauna were performed separately for each sampling time using PRIMER (Clarke and Warwick, 1994).

A 2-way crossed analysis of similarity (ANOSIM) was used to examine for each of the four times differences "among caves" and "among sectors" (sessile benthos) or "among sections" (fishes). Differences among caves as well as among sectors (or sections) within each cave were represented by non-metric multidimensional scaling ordinations (nMDS). As regards sessile benthos the similarity percentages procedure (SIMPER) was used to identify within each cave the taxa which most contributed in differentiating each sector.

### Results and conclusions

On the whole, 99 taxa of sessile benthos and 29 taxa of fish were identified. Sessile assemblages were always different "among caves" and "sectors" (Tab. 1). The nMDS plots (Fig. 1) show a separation among the three caves, and between the more external and the remaining sectors. On the whole, only 8 taxa (among those that were important in differentiating sectors) were shared among the three caves. Some sponges and bryozoans (e.g. *Corticium candelabrum* in C and *Water-sipora cucullata* in M) were found only in one cave.

Tab. 1 - Two way crossed ANOSIM testing for differences in assemblage structures of sessile benthos among caves and among sectors at each of the 4 sampling times (T1 July 2000, T2 November 2000, T3 February 2001, T4 June 2001).

*Analisi delle similarità (ANOSIM, two way crossed) tra grotte e settori per le differenze dei popolamenti del benthos sessile in ognuna delle quattro date di campionamento (T1 luglio 2000, T2 novembre 2000, T3 febbraio 2001, T4 giugno 2001).*

|               | T 1     |    | T 2     |    | T 3     |    | T 4     |    |
|---------------|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|
|               | R-value | P  | R-value | P  | R-value | P  | R-value | P  |
| Among caves   | 0.467   | ** | 0.196   | *  | 0.390   | *  | 0.187   | *  |
| Among sectors | 0.577   | ** | 0.783   | ** | 0.631   | ** | 0.679   | ** |

\* = P<0.05; \*\* = P<0.01.

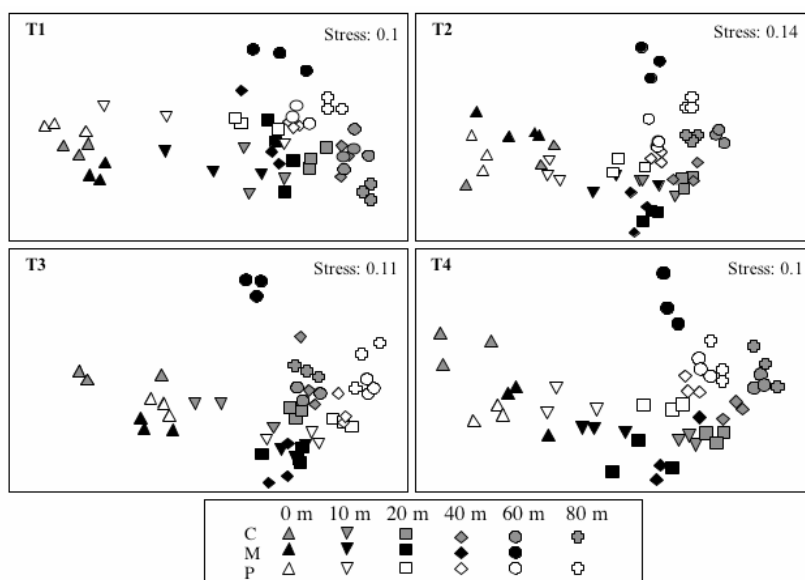


Fig. 1 - Two-factor n-MDS plots showing differences of sessile benthos assemblages among caves and among sectors in all the four sampling times (T1 July 2000, T2 November 2000, T3 February 2001, T4 June 2001). Each point represents the centroid of assemblages from the eight replicates.

Grafico n-MDS relativo al confronto dei popolamenti del benthos sessile tra grotte e settori in ognuna delle quattro date di campionamento (T1 luglio 2000, T2 novembre 2000, T3 febbraio 2001, T4 giugno 2001). Ogni punto rappresenta il centroide calcolato sulle otto repliche.

Whole fish assemblages did not show any significant difference among caves during each of the four sampling times (Tab. 2). Differences, instead, were observed among sections. The nMDS plots show that fish assemblages from the three caves are interspersed, whereas a separation between the external sections (0-20 m) and the inner ones is evident (Fig. 2). *Apogon imberbis* was the numerically dominant fish (more than 1000 individuals 100 m<sup>-2</sup> in T1, when juveniles were present). Juveniles of fish, also belonging to commercial species (e.g. *Epinephelus marginatus* and *Sciaena umbra*), were found inside the caves as well.

The high heterogeneity in the sessile assemblages found among caves (each cave supports different assemblages) suggests that a large number of them needs to be protected in order to thoroughly preserve biodiversity of epibenthic communities. Protection and management of caves (e.g. from excessive diver frequentation) should be required also to preserve the ecological integrity of both benthic and fish assemblages, and for maintaining their ecological roles (e.g. nurseries for commercial fish). Further studies aimed at evaluating the degree of connectivity among caves are advisable to provide adequate guidelines for protection of these ecologically outstanding habitats.

Tab. 2 - Two way crossed ANOSIM testing for differences in assemblage structures of fish fauna among caves and among sections at each of the 4 sampling times (T1 July 2000, T2 November 2000, T3 February 2001, T4 June 2001).

*Analisi delle similarità (ANOSIM, two way crossed) tra grotte e sezioni per le differenze dei popolamenti ittici in ognuna delle quattro date di campionamento (T1 luglio 2000, T2 novembre 2000, T3 febbraio 2001, T4 giugno 2001).*

|                | T 1     |    | T 2     |    | T 3     |    | T 4     |    |
|----------------|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|
|                | R-value | P  | R-value | P  | R-value | P  | R-value | P  |
| Among caves    | - 0.067 | ns | 0.02    | ns | - 0.053 | ns | - 0.247 | ns |
| Among sections | 0.515   | ** | 0.472   | ** | 0.366   | ** | 0.397   | ** |

ns = not significant; \*\* =  $P < 0.01$ .

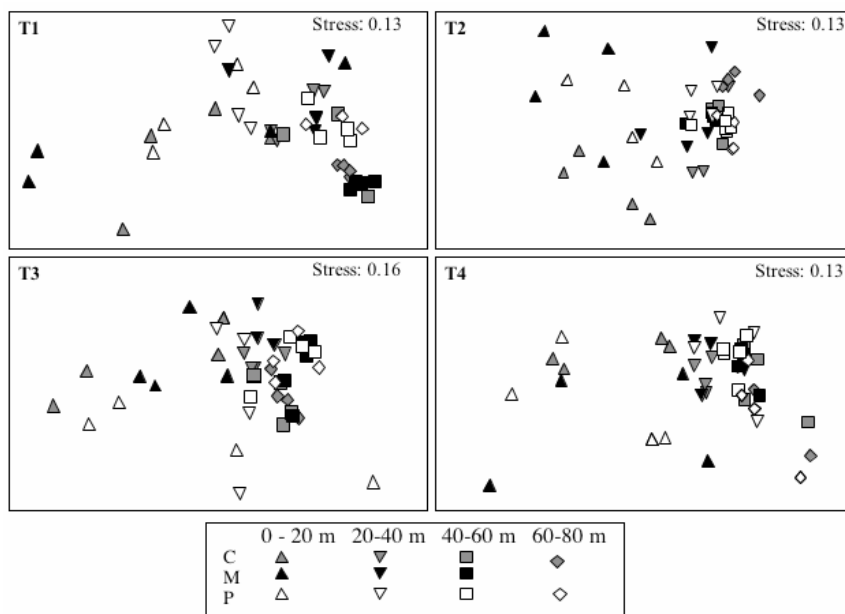


Fig. 2 - Two-factor n-MDS plots of individual replicates comparing fish assemblages from caves and sections in all the four sampling times (T1 July 2000, T2 November 2000, T3 February 2001, T4 June 2001).

*Grafico n-MDS relativo al confronto dei popolamenti ittici tra grotte e sezioni in ognuna delle quattro date di campionamento e relativo a ciascuna replica (T1 luglio 2000, T2 novembre 2000, T3 febbraio 2001, T4 giugno 2001).*

### Acknowledgements

A. Costantini, R. Onorato and M. Poto (Centro di Speleologia Subacquea "Apogon") and C. Vaglio (University of Lecce) provided invaluable assistance in the field.

### References

- BUSSOTTI S., DENITTO F., GUIDETTI P., BELMONTE G. (2002) - Fish assemblages in shallow marine caves of the Salento Peninsula (Southern-Apulia, SE Italy). *P.S.Z.N. Mar. Ecol.*, **23** (Suppl.): 11-20.
- CICOGNA F., BIANCHI C.N., FERRARI G., FORTI P. (2003) - *Grotte marine: cinquant'anni di ricerca in Italia*. CLEM, Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio: 505 pp.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, UK.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BUSSOTTI S., GUARNIERI G., D'AMBROSIO P., BOERO F. (2005) - Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. *Mar. Env. Res.*, **59**: 309-332.
- ILIFFE T.M. (1979) - Bermuda's caves: a non-renewable resource. *Env. Cons.*, **6**: 181-186.
- ONORATO R., DENITTO F., BELMONTE G. (1999) - Le grotte marine del Salento: classificazione, localizzazione e descrizione. *Thal. Sal.*, **23**: 67-116.
- ROFF J.C., EVANS M.J.S. (2002) - Frameworks for marine conservation - non-hierarchical approaches and distinctive habitats. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, **12**: 635-648.
- SALA E., OROPEZA O., PAREDA G., PARRA I., BARRERA J.C., DAYTON P.K. (2002) - A general model for designing networks of marine reserve. *Science*, **298**: 1991-1993.

This research was funded by the Regione Puglia INTERREG II Italy-Greece and MIGORIAP projects.

A. DI PASCOLI, M. TONIOLO, A. FALACE, G. BRESSAN

Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, Via L. Giorgieri, 10 - 34127 Trieste, Italia.  
a.dipascoli@libero.it

## SVILUPPO DI UN DATABASE UTILE ALLA CONOSCENZA DELLA BIODIVERSITÀ ALGALE IN AREE MARINE PROTETTE

### *DEVELOPMENT OF A DATABASE USEFUL FOR ALGAL BIODIVERSITY MANAGEMENT IN MARINE PROTECTED AREAS*

#### **Abstract**

*In the extent of the algal biodiversity researches carried out in Miramare's MPA (Gulf of Trieste – North Adriatic) a digital images database of algae analysed at the microscope and in situ has been developed. It has been created for educational projects, with the aim of allowing, from a naturalistic point of view, a wider knowledge of the environment.*

**Key-words:** data collections, phytobenthos, biodiversity, Marine Parks, Adriatic Sea.

#### **Introduzione**

Un database è un sistema di archiviazione elettronico di dati, in cui sono organizzate informazioni relative ad un preciso dominio di conoscenze consultabili e modificabili sulla base di diverse esigenze. La raccolta dei dati assume significato solo se tali informazioni sono rese accessibili a più utenti e disponibili anche a personale non esperto.

Nell'ambito dello studio della biodiversità algale della Riserva Naturale Marina di Miramare (Golfo di Trieste) è stata creata una banca dati d'immagini digitali, disponibile in CD-ROM, di esemplari studiati al microscopio ed in natura (Di Pascoli, 2003; Falace *et al.*, 2005).

Si tratta di uno strumento concepito per un uso didattico-formativo nell'ambito dei programmi educativi/divulgativi che si svolgono nelle Aree Marine Protette, al fine di permettere una migliore conoscenza dell'ambiente marino dal punto di vista naturalistico. Il progetto è stato finalizzato in particolare ad accrescere la disponibilità di materiale iconografico di microscopia ottica sulle macroalghe, generalmente di difficile reperibilità.

#### **Materiali e metodi**

Le immagini fotografiche, originali, sono state digitalizzate ed elaborate con l'ausilio del programma di grafica Adobe Photoshop 6.0®.

E' stato creata una macro in VisualBasic® che, partendo da un database in Microsoft Excel®, produce in maniera automatica tutte le pagine HTLM (*Hyper-Text Markup Language*) che compongono la raccolta dati.

Il programma ideato permette un facile aggiornamento dell'archivio fotografico: è sufficiente modificare il database ed eseguire il programma per ottenere un nuovo archivio. In particolare sono state implementate 3 diverse modalità di ricerca: indice alfabetico, ricerca sistematica ed ecologica (Fig. 1), in relazione all'appartenenza ai diversi piani bionomici e alla fotoaffinità.





Fig. 1 - Esempio di Ricerca Ecologica.  
Ecological Search.

## Risultati e conclusioni

La banca dati implementata risulta uno strumento valido per organizzare in maniera efficiente le immagini di microscopia ottica, inoltre in CD-ROM, presenta il vantaggio di essere facilmente consultabile e di avere una maggiore qualità rispetto al tradizionale supporto cartaceo. Il database prodotto per la flora della Riserva di Miramare è in continuo aggiornamento e, allo stato attuale, contiene 120 schede, di cui 87 per Rhodophyceae, 18 per le Phaeophyceae, 15 per le Chlorophyceae.

La scelta di creare questo supporto informatico utilizzando l'HTML consente una consultazione indipendente dalla piattaforma informatica utilizzata per la sua realizzazione e visualizzazione.

Le potenzialità di un'utilizzazione del sistema sono notevoli e si riferiscono alle possibilità di: offrire un importante supporto tecnico e scientifico; costituire una base di riferimento da integrare ed aggiornare; consentire, nel prossimo futuro, la consultazione via rete (INTERNET) del database.

La disponibilità di banche dati ambientali accessibili gratuitamente in rete o in forma di CD-ROM, può costituire una via privilegiata per la diffusione della cultura scientifica e per l'educazione ambientale dei giovani nell'ambito delle Aree Marine Protette.

## Bibliografia

- DI PASCOLI A. (2003) – *Valutazione delle variazioni del macrofitobenthos nella Riserva Naturale Marina di Miramare (Golfo di Trieste, Alto Adriatico)*. Tesi di laurea.
- FALACE A., DI PASCOLI A., BRESSAN G. (2005) – Valutazione della biodiversità nella Riserva Marina di Miramare (Nord Adriatico): macroalghe marine bentoniche. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 88-98.

B. GUARDIANI, M. CABRINI, S. FONDA UMANI

Laboratorio di Biologia Marina, Via A. Piccard, 54 – 34010 Trieste, Italia.

## PRIME OSSERVAZIONI DI STADI COLONIALI E MOTILI DI *PHAEOCYSTIS* CF. *GLOBOSA* (PRYMNESIOPHYCEAE) NELLA RISERVA MARINA DI MIRAMARE

### *FIRST OBSERVATIONS OF COLONY AND MOTILE STAGES OF PHAEOCYSTIS CF. GLOBOSA (PRYMNESIOPHYCEAE) IN THE MARINE RESERVE OF MIRAMARE*

#### **Abstract**

*Phytoplankton organisms belonging to Phaeocystis genus (Prymnesiophyceae) have been collected and recognized for the first time in colony and motile stage in the Marine Reserve of Miramare (Gulf of Trieste). The shape and organization of the colonies, observed by light and electron microscope, let us suppose that the organisms we found belong to the species P. globosa.*

**Key-words:** *Phaeocystis globosa*, *Gulf of Trieste*, *colonies*, *flagellates*.

#### **Introduzione**

*Phaeocystis* (Prymnesiophyceae) è un genere comprendente specie planctoniche cosmopolite, studiato sin dalla fine del secolo scorso. Questo genere comprende alcune specie considerate nocive che, in fase di fioritura, possono generare grandi quantità di schiume (foam) che si depositano sulle spiagge (Lancelot *et al.*, 1991). Inoltre queste specie non vengono efficacemente predate e sedimentano al fondo causando anossie (Peperzak, 2002) in particolare nel Golfo di Trieste Ramani *et al.* (1994) hanno segnalato la presenza di *P. pouchetii* e *P. scrobiculata*. Da osservazioni al microscopio elettronico a scansione infatti, in alcuni campioni provenienti dalle acque del Golfo sono state riconosciute le caratteristiche appendici filamentose estruse dalle cellule flagellate, che si dispongono formando stelle a 5 punte (*P. pouchetii*) o a 9 braccia (*P. scrobiculata*). Nonostante il ritrovamento di queste appendici, né lo stadio coloniale né quello flagellato di organismi appartenenti al genere *Phaeocystis* erano stati precedentemente osservati nel Golfo di Trieste.

#### **Materiali e metodi**

Nel mese di febbraio 2004, è stato effettuato un prelievo di acqua superficiale in una stazione di campionamento situata entro la Riserva Marina di Miramare, nel Golfo di Trieste. Il campione, prefiltrato su retino da 20 µm, è stato posto ad incubare in vaschette di vetro previa aggiunta di mezzo di coltura f/2 (Guillard, 1975 modificato). Dopo una settimana di incubazione in una cella a temperatura controllata di 15 °C, risultavano evidenti alcune colonie di *Phaeocystis*, dalla forma sferica e dalla dimensione superiore al millimetro. Le singole colonie sono poi state isolate per ottenere colture clonali. Contemporaneamente alla presenza delle colonie spesso è stata osservata, al microscopio ottico e con l'ausilio dell'epi-

fluorescenza, la presenza di cellule flagellate liberamente mobili; su queste sono state condotte anche osservazioni al microscopio elettronico a scansione.

## Risultati

La presenza di organismi coloniali e motili appartenenti al genere *Phaeocystis* risulta evidente. La forma caratteristicamente sferica delle colonie, il loro diametro spesso superiore al millimetro e la disposizione delle cellule sui bordi delle stesse fa supporre che si tratti della specie *P. globosa* Scherffel (Baumann *et al.*, 1994). Le caratteristiche ambientali del Golfo di Trieste sono compatibili con le esigenze di questa specie, che si riscontra preferibilmente in zone temperate e calde, a temperature comprese tra 4,5 e 22 °C e salinità che varia da 23‰ a 35‰ (Jahnke e Baumann, 1987; Rick e Aletsee, 1989; Lancelot *et al.*, 1991), come dimostrato pure dalla sopravvivenza degli esemplari alle condizioni adottate nelle colture di laboratorio (temperatura: 15 °C, salinità: 32‰).

Da osservazioni effettuate al microscopio ottico, le cellule flagellate presentano una forma tondeggianti, con dimensioni medie intorno ai 4-6 µm, sono dotate di 2 flagelli di uguale lunghezza e di 2 cloroplasti ben distinguibili all'epifluorescenza. Le colonie sono formate da cellule non flagellate, di forma bilobata o quadrilobata, disposte ai bordi della sfera. Questa è delimitata da una spessa "pelle" (Hamm, 2000), ben distinguibile anche al microscopio elettronico a scansione.

## Conclusioni

Questo studio rappresenta il primo effettivo riconoscimento ed il primo isolamento degli stadi coloniale e flagellato di *Phaeocystis* cf. *globosa* nella comunità nanoplanctonica del Golfo di Trieste. La segnalazione di questa specie, la cui potenziale fioritura potrebbe produrre effetti dannosi anche per la salute dell'uomo, rappresenta un'utile informazione nei sistemi di controllo effettuati attraverso le costanti reti di monitoraggio ambientale previste per il Golfo di Trieste. Inoltre la presenza nella comunità fototrofa di questa specie, che possiede un'elevata capacità fotosintetica (Verity e Medlin, 2003), contribuisce alla produttività primaria del bacino che verrà valutata in ulteriori studi.

## Bibliografia

- BAUMANN M.E.M., LANCELOT C., BRANDINI F.P., SAKSHAUG E., JOHN D.M. (1994) - The taxonomic identity of the cosmopolitan prymnesiophyte *Phaeocystis*: a morphological and ecophysiological approach. *J. Mar. Syst.*, **5**: 5-22.
- CHRETIENNOT-DINET M.J., GIRAUD-GUILLE M.M., VAULOT D., PUTAUX J.L., SAITO Y., CHANZY H. (1997) - The chitinous nature of filaments ejected by *Phaeocystis* (Prymnesiophyceae). *J. Phycol.*, **33**: 666-672.
- GUILLARD R.R.L. (1975) - Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith W.L. and Chanley M.H. (eds), *Culture of Marine Invertebrate Animals*. Plenum Press, New York: 29 pp.
- HAMM C.E. (2000) - Architecture, ecology and biochemistry of *Phaeocystis* colonies. *J. Sea Res.*, **43**: 307-315.
- JAHNKE J., BAUMANN M.E.M. (1987) - Differentiation between *Phaeocystis pouchetii* (Har.) Lagerheim and *Phaeocystis globosa* Scherffel. I. Colony shapes and temperature tolerances. *Hydrobiol. Bul.*, **21** (2): 141-147.

- LANCELOT C., BILLEN G., BARTH H. (1991) – The dynamics of *Phaeocystis* blooms in nutrient enriched coastal zones. *Water Pollution Research Report*, **23**: 1-106.
- PEPERZAK L. (2002) - The wax and wane of *Phaeocystis globosa* blooms. Groningen. Rijksuniversiteit Groningen: 254 pp.
- RAMANI P., CARDINALI S., CABRINI M., DEL NEGRO P. (1994) - Thread-like appendages of *Phaeocystis* in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Giornale Botanico Italiano*, **128**: 1065-1067.
- RICK H.J., ALETSEE L. (1989) - The distribution of the haptophyte *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim and *Phaeocystis globosa* Scherffel in the North Sea during May, June 1986 and February, March 1987. *Meeresforsch.*, **32**: 169-176.
- VERITY P.G., MEDLIN L.K. (2003) - Observations on colony formation by the cosmopolitan phytoplankton genus *Phaeocystis*. *J. Mar. Syst.*, **43**: 153-164.

M. MURENU, A. PAIS\*, F. MURA\*, P. ADDIS, A. OLITA, A. FERRARI, A. ORTU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
mmurenu@unica.it

\*Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, Italia.

## LA BIODIVERSITÀ DELL'ITTIOFAUNA COSTIERA DI SUBSTRATO ROCCIOSO IN DUE AREE MARINE PROTETTE DELLA SARDEGNA ORIENTALE

### *BIODIVERSITY OF COASTAL ROCKY FISH FAUNA IN TWO MARINE PROTECTED AREAS OF EASTERN SARDINIA*

#### **Abstract**

*Coastal fish assemblages from rocky zones with different protection levels were investigated by visual census at two MPA of western Sardinia. A total of 65 species of Teleosts from 23 families were observed. Sparids and Labrids were more abundant in species richness. No significant differences in fish biodiversity between zones with different protection degree were observed. Some significant differences in densities of genus *Diplodus* between no-take zones and general reserve areas were instead found.*

**Key-words:** fish, protected resources, marine parks, Sparidae, Mediterranean Sea.

#### **Introduzione**

Le Aree Marine Protette (AMP) rappresentano uno strumento indispensabile per la conservazione della biodiversità costiera (Dayton *et al.*, 2000). La conoscenza della struttura dei loro popolamenti ittici costituisce un fattore essenziale sia per la tutela del patrimonio ambientale sia per il controllo delle attività di pesca (Bohnsack, 1998).

Negli ultimi anni il numero di AMP istituite nel Mediterraneo Nord-occidentale è stato in costante crescita (Francour *et al.*, 2001) ed in queste zone, in cui è necessario limitare al minimo l'impatto antropico, le tecniche di *visual census* sono quelle più utilizzate per lo studio delle comunità ittiche (Harmelin *et al.*, 1995; Guidetti, 2002).

In questo contributo vengono analizzati dati di ricchezza specifica e densità dei popolamenti ittici costieri di substrato roccioso in due AMP della Sardegna orientale (Tavolara-Punta Coda Cavallo e Capo Carbonara) al fine di verificare l'efficacia delle zone a protezione integrale sull'ittiofauna. Nelle due aree, istituite rispettivamente nel dicembre 1997 e nel settembre 1999, soltanto dopo il 2002 sono state posizionate le boe di delimitazione delle "no-entry areas" ed è stata effettuata un'intensificazione dell'attività di controllo.

#### **Materiali e metodi**

In entrambe le AMP sono stati effettuati censimenti visivi in immersione SCUBA (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) in una zona a protezione integrale (A) ed in due zone di riserva parziale (C1 e C2). Per ciascuna di esse sono stati scelti in maniera casuale 2 siti (a e b) nei quali i rilievi sono stati compiuti lungo transesti di 25×5 m in 3 fasce batimetriche (4-7, 12-16 e 24-30 m) durante le sta-

Tab. 1 - Lista delle specie ittiche identificate nelle 2 AMP studiate.

*List of the fish taxa recorded at the 2 MPAs studied.*

| Famiglia        | Specie                            | Tavolara |    |    | Capo Carbonara |    |    |
|-----------------|-----------------------------------|----------|----|----|----------------|----|----|
|                 |                                   | A        | C1 | C2 | A              | C1 | C2 |
| Apogonidae      | <i>Apogon imberbis</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Atherinidae     | <i>Atherina</i> spp.              | +        | +  | +  |                |    |    |
| Belonidae       | <i>Belone belone belone</i>       |          |    |    |                |    | +  |
| Blenniidae      | <i>Parablennius gattorugine</i>   | +        |    |    | +              | +  | +  |
|                 | <i>Parablennius rouxi</i>         | +        | +  | +  | +              | +  |    |
|                 | <i>Parablennius tentacularis</i>  |          |    |    |                |    | +  |
| Carangidae      | <i>Seriola dumerili</i>           | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Centracanthidae | <i>Spicara maena</i>              | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Spicara smaris</i>             | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Clupeidae       | <i>Sardina pilchardus</i>         |          |    |    |                |    | +  |
| Congridae       | <i>Conger conger</i>              |          |    | +  |                |    |    |
| Gadidae         | <i>Phycis phycis</i>              | +        |    |    |                | +  |    |
|                 | <i>Gobius bucchichi</i>           |          | +  |    | +              | +  |    |
|                 | <i>Bobius cobitis</i>             |          |    |    |                | +  | +  |
|                 | <i>Gobius cruentatus</i>          | +        | +  | +  |                | +  |    |
|                 | <i>Gobius geniporus</i>           |          |    |    |                |    | +  |
|                 | <i>Gobius paganellus</i>          | +        |    |    |                |    |    |
|                 | <i>Gobius vittatus</i>            |          |    | +  |                |    |    |
| Labridae        | <i>Coris julis</i>                | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Labrus merula</i>              | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Labrus mixtus</i>              |          |    |    |                | +  | +  |
|                 | <i>Labrus viridis</i>             | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus cinereus</i>         | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus dodonei</i>          | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus mediterraneus</i>    | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus melanocercus</i>     | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus ocellatus</i>        | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus roissali</i>         | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus rostratus</i>        | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Symphodus tinca</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Thalassoma pavo</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Mugilidae       | Mugilidae                         | +        |    |    | +              | +  | +  |
| Mullidae        | <i>Mullus barbatus</i>            |          |    |    | +              | +  | +  |
|                 | <i>Mullus surmuletus</i>          | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Muraenidae      | <i>Muraena helena</i>             | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Pomacentridae   | <i>Chromis chromis</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Scaridae        | <i>Sparisoma cretense</i>         |          |    |    |                | +  |    |
| Sciaenidae      | <i>Sciaena umbra</i>              |          |    |    |                | +  |    |
| Scorpaenidae    | <i>Scorpaena maderensis</i>       |          |    |    |                | +  |    |
|                 | <i>Scorpaena notata</i>           |          |    |    | +              | +  | +  |
|                 | <i>Scorpaena porcus</i>           | +        |    | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Scorpaena scrofa</i>           | +        |    | +  | +              | +  | +  |
| Serranidae      | <i>Anthias anthias</i>            | +        |    |    |                | +  |    |
|                 | <i>Epinaphelus costae</i>         |          |    |    |                |    | +  |
|                 | <i>Epinaphelus marginatus</i>     | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Serranus cabrilla</i>          | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Serranus scriba</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Sparidae        | <i>Boops boops</i>                | +        | +  | +  | +              |    | +  |
|                 | <i>Dentex dentex</i>              | +        | +  | +  | +              |    | +  |
|                 | <i>Diplodus annularis</i>         | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Diplodus puntazzo</i>          | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Diplodus sargus</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Diplodus vulgaris</i>          | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Oblada melanura</i>            | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Sarpa salpa</i>                | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Sparus aurata</i>              |          | +  |    | +              | +  | +  |
|                 | <i>Spondylusoma cantharus</i>     | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
| Sphyraenidae    | <i>Sphyraena sphyraena</i>        |          |    |    | +              | +  | +  |
|                 | <i>Sphyraena</i> spp.             |          |    | +  |                |    |    |
|                 | <i>Sphyraena viridensis</i>       | +        |    |    |                |    |    |
| Trachinidae     | <i>Trachinus draco</i>            |          |    |    |                | +  |    |
| Tripterygiidae  | <i>Tripterygion delaisi</i>       | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 | <i>Tripterygion melanurus</i>     | +        |    | +  |                |    |    |
|                 | <i>Tripterygion tripteronotus</i> | +        | +  | +  | +              | +  | +  |
|                 |                                   | 46       | 39 | 43 | 43             | 50 | 49 |

gioni autunnali e primaverili del biennio 2002-2003 (4 periodi di campionamento o *times*). In ogni stazione sono state censite le specie ittiche e le relative densità suddivise in base ad 8 classi di abbondanza numerica (1; 2-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; 101-200; 201-500 individui) e 4 di taglia (giovanili, piccoli, medi e grandi), stimate in relazione alle dimensioni massime raggiunte dalle singole specie. In totale sono stati effettuati 576 rilevamenti (288 per AMP).

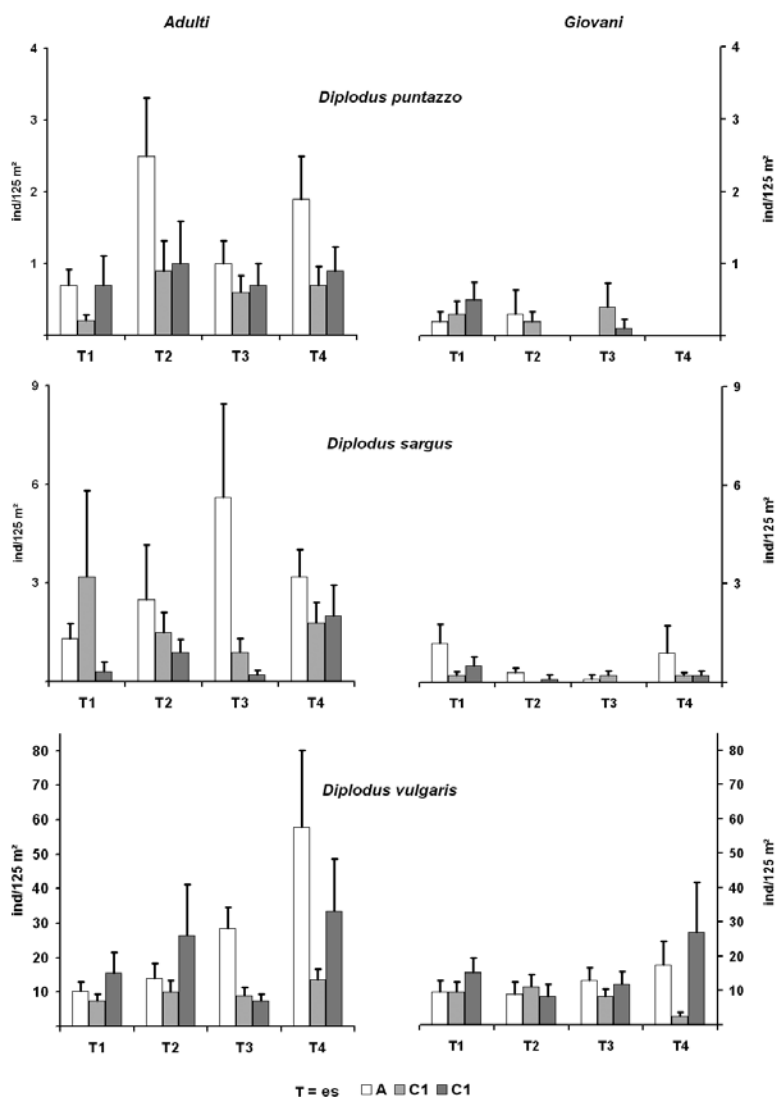


Fig. 1 - Densità (individui 125 m<sup>-2</sup>) di *Diplodus puntazzo*, *D. sargus* e *D. vulgaris* osservate nella AMP di "Tavolara".

*Fish abundance (specimens 125 m<sup>-2</sup>) of Diplodus puntazzo, D. sargus and D. vulgaris observed at "Tavolara" MPA.*



I dati sono stati elaborati raggruppando le classi di taglia in modo da distinguere gli esemplari immaturi (giovani e piccoli) da quelli maturi (medi e grandi). A tal fine è stata utilizzata la taglia di prima maturità che, per tutti e tre gli sparidi considerati corrisponde al secondo anno d'età, con lunghezze totali comprese tra i 15 e 17 cm a seconda della specie (Micale *et al.*, 1966; Morato *et al.*, 2003).

La comparazione del numero di specie censite nelle 3 zone esaminate in ciascuna AMP è stata effettuata, a causa della non normalità dei dati, con il test non parametrico di Mann-Whitney (Sokal e Rohlf, 1995) in funzione di 2 fattori: tempo (4 periodi o *times*) e livello di protezione (A, C1 e C2). Sulla base delle *check-list* ottenute, inoltre, sono state scelte 3 specie del genere *Diplodus* (*D. puntazzo*, *D. sargus* e *D. vulgaris*) quali indicatrici del livello di pressione antropica e su di esse valutate le differenze tra zone, considerando le abbondanze in funzione della taglia di adulti e stadi giovanili.

## Risultati

In totale sono state osservate 65 specie appartenenti a 23 famiglie di Teleostei, tra cui Sparidi e Labridi hanno rappresentato la frazione più cospicua in termini ricchezza specifica (Tab. 1). A Tavolara il numero totale di specie censite è risultato maggiore nelle zone a protezione integrale (A) piuttosto che nei controlli (C1 e C2), mentre a Capo Carbonara la situazione è apparsa invertita. In entrambe le AMP, tuttavia, il test *U* di Mann-Whitney utilizzato per confrontare il numero di specie in funzione dei fattori profondità, protezione e sito non ha evidenziato alcuna differenza significativa tra le zone studiate.

Tab. 2 - Risultati del Test U di Mann-Whitney per le densità degli adulti di *Diplodus puntazzo*, *D. sargus* e *D. vulgaris* nelle 2 AMP studiate.

*Results of Mann-Whitney test on fish abundance of Diplodus puntazzo, D. sargus e D. vulgaris observed at the 2 MPAs studied.*

### TAVOLARA

|          | <i>Diplodus puntazzo</i> |    |    |    | <i>Diplodus sargus</i> |    |        |       | <i>Diplodus vulgaris</i> |    |        |       |
|----------|--------------------------|----|----|----|------------------------|----|--------|-------|--------------------------|----|--------|-------|
|          | T1                       | T2 | T3 | T4 | T1                     | T2 | T3     | T4    | T1                       | T2 | T3     | T4    |
| A vs C1  | ns                       | ns | ns | ns | ns                     | ns | ns     | ns    | ns                       | ns | A>C1*  | A>C1* |
| A vs C2  | ns                       | ns | ns | ns | ns                     | ns | A>C2** | A>C2* | ns                       | ns | A>C2** | ns    |
| C1 vs C2 | ns                       | ns | ns | ns | ns                     | ns | ns     | ns    | ns                       | ns | ns     | ns    |

### CAPO CARBONARA

|          | <i>Diplodus puntazzo</i> |         |    |    | <i>Diplodus sargus</i> |    |    |         | <i>Diplodus vulgaris</i> |    |        |    |
|----------|--------------------------|---------|----|----|------------------------|----|----|---------|--------------------------|----|--------|----|
|          | T1                       | T2      | T3 | T4 | T1                     | T2 | T3 | T4      | T1                       | T2 | T3     | T4 |
| A vs C1  | ns                       | ns      | ns | ns | ns                     | ns | ns | ns      | ns                       | ns | ns     | ns |
| A vs C2  | ns                       | ns      | ns | ns | ns                     | ns | ns | ns      | ns                       | ns | C2>A** | ns |
| C1 vs C2 | ns                       | C2>C1** | ns | ns | ns                     | ns | ns | C1>C2** | ns                       | ns | ns     | ns |

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

Per quanto concerne la densità degli individui di *Diplodus puntazzo*, *D. sargus* e *D. vulgaris* sono state osservate due situazioni diverse nelle AMP studiate. A Tavolara le abbondanze degli adulti sono risultate generalmente superiori in zona

A piuttosto che nei controlli sia per *D. puntazzo* che per *D. sargus* durante tutti i periodi di indagine, mentre per *D. vulgaris* soltanto nei times 3 e 4 (Fig. 1). Differenze statisticamente significative tra zona A e controlli sono state però riscontrate soltanto nel secondo anno d'indagine sia per *D. sargus* (A>C2 nei times 3 e 4) che per *D. vulgaris* (A>C1 nei times 3 e 4 e A>C2 nel time 3), mentre le densità di *D. puntazzo* non hanno mostrato variazioni di rilievo (Tab. 2). In questa AMP le densità dei giovanili di tutte e 3 le specie considerate non sono sembrate influenzate dal livello di protezione.

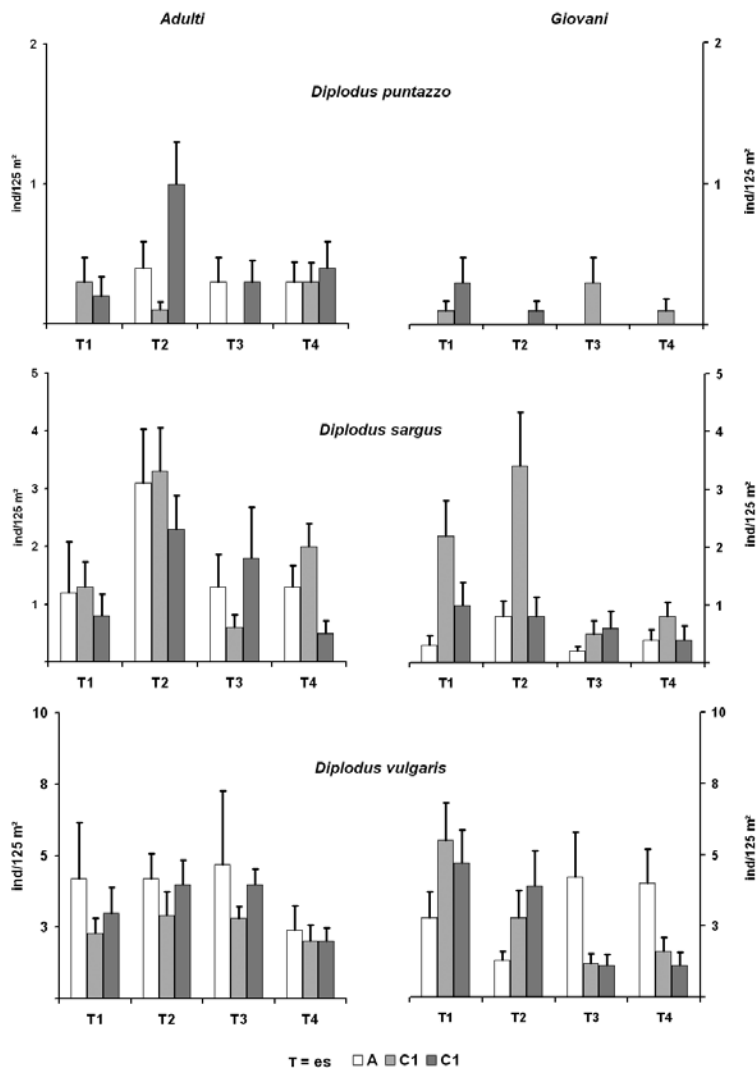


Fig. 2 - Densità (individui 125 m<sup>-2</sup>) di *Diplodus puntazzo*, *D. sargus* e *D. vulgaris* osservate nella AMP di "Capo Carbonara".

*Fish abundance (specimens 125 m<sup>-2</sup>) of Diplodus puntazzo, D. sargus and D. vulgaris observed at "Capo Carbonara" MPA.*

A Capo Carbonara soltanto *D. vulgaris* è generalmente risultato più abbondante nella zona A: in particolare le densità degli adulti sono state maggiori in tutti i *times*, mentre per i giovanili solo durante il secondo anno di indagini (*times* 3 e 4) (Fig. 2). Il confronto statistico delle abbondanze degli adulti di questa specie ha mostrato un'elevata significatività esclusivamente durante il *time* 3. Differenze altamente significative tra le 2 zone di controllo state invece riscontrate per *D. puntazzo* e *D. sargus* rispettivamente nel *time* 2 ( $C2 > C1$ ) e nel *time* 4 ( $C1 > C2$ ) (Tab. 2). Anche in questa AMP il grado di tutela non è sembrato ancora influire sulle densità dei giovanili di queste specie.

## Conclusioni

Attualmente, in entrambe le AMP non è possibile evidenziare un marcato effetto della protezione sulla biodiversità ittica costiera. Le osservazioni effettuate su specie oggetto di pesca professionale e sportiva quali quelle del genere *Diplodus* non hanno mostrato, in linea di massima, differenze significative tra zone integralmente tutelate ed aree limitrofe, salvo alcune eccezioni riscontrate a Tavolara per *D. sargus* e *D. vulgaris*.

Pur considerando le diversità geografiche, sembra che in ambedue le AMP sarde studiate i popolamenti ittici di specie sensibili all'attività antropica non beneficino ancora di un vero e proprio "effetto riserva". Questo fatto potrebbe essere imputabile al breve periodo di istituzione dell'area protetta ed all'insufficienza dei controlli che, per vari motivi, non riuscirebbero ancora a contrastare le azioni di bracconaggio. Ulteriori indagini ed un auspicabile proseguo delle attività di monitoraggio potranno valutare l'evoluzione di queste aree protette attualmente "immature" per quanto concerne gli effetti sull'ittiofauna.

## Bibliografia

- BOHNSACK J.A. (1998) - Application of marine reserves to reef fisheries management. *Aust. J. Ecol.*, **23**: 298-304.
- DAYTON P.K., SALA E., TEGNER M.J., THRUSH S. (2000) - Marine reserves: parks, base-lines, and fishery enhancement. *Bull. Mar. Sci.*, **66** (3): 617-634.
- FRANCOUR P., HARMELIN J.G., POLLARD D., SARTORETTO S. (2001) - A review of marine protected areas in the northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **11**: 155-188.
- GUIDETTI P. (2002) - The importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish in Mediterranean MPAs. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **12**: 619-634.
- HARMELIN J.G., BACHET F., GARCIA F. (1995) - Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *PSZNI: Mar. Ecol.*, **16**: 233-250.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER L., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. Terre Vie*, **40**: 467-539.
- MICALE V., PERDICHIZZI F., BASCIANO G. (1996) - Aspects of the reproductive biology of the sharpnose seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). I. Gametogenesis and gonadal cycle in captivity during the third year of life. *Acquaculture*, **140**: 281-291.
- MORATO T., AFONSO P., LOURINHO P., NASH R.D.M., SANTOS R.S. (2003) - Reproductive biology and recruitment of the white sea bream in the Azores. *Journal of Fish Biology*, **63**: 59-72.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1995) - *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3<sup>rd</sup> Ed. W.H. Freeman and Co., New York: 887 pp.

A. PAIS, E. AZZURRO\*, L.A. CHessa

Sezione di Acquacoltura ed Ecologia Marina, Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,  
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.

\*Dipartimento di Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

## OSSERVAZIONI SULLA DIVERSITÀ DELLA FAUNA ITTICA COSTIERA IN ZONE SOGGETTE A DIFFERENTI REGIMI DI TUTELA NELL'AREA MARINA PROTETTA DELL'ISOLA DELL'ASINARA

### *OBSERVATIONS ON THE DIVERSITY OF COASTAL FISH FAUNA IN ZONES WITH DIFFERENT PROTECTION MEASURES IN THE ASINARA ISLAND MARINE PROTECTED AREA*

#### **Abstract**

*In order to assess the effects of protection, coastal fish assemblages from 3 zones with different protection levels were investigated by visual census in the Asinara Island MPA (North-western Sardinia). On the whole 45 species of Teleosts from 18 families were observed. Labrids and Sparids were more abundant in both species richness and density. Significant differences in densities of *Diplodus sargus* and *D. vulgaris* in the 3 zones, due to both the protection measures and the geographic exposure, were found.*

**Key-words:** fish, protected resources, marine parks, Mediterranean Sea.

#### **Introduzione**

Lo studio della composizione quali-quantitativa della fauna ittica costiera in un'Area Marina Protetta costituisce un elemento conoscitivo indispensabile per la conservazione delle risorse naturali e per la gestione delle attività alieutiche nelle sue zone limitrofe (Harmelin *et al.*, 1995; Guidetti, 2002). In questo lavoro vengono esaminati dati di ricchezza specifica e densità dei popolamenti ittici costieri in zone soggette a differenti norme di tutela nella AMP dell'Isola dell'Asinara (Sardegna Nord-occidentale) al fine di valutare se, malgrado la sua recente istituzione (avvenuta nell'agosto 2002), sia già possibile rilevare eventuali effetti legati al grado di protezione.

#### **Materiali e metodi**

L'indagine, condotta nell'ottobre 2003 esclusivamente su fondali rocciosi, è stata effettuata con la tecnica non distruttiva del *visual census* (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) in una zona a protezione integrale (A) ed in 2 zone di riserva generale caratterizzate da diversa esposizione geografica (B1 a Nord-Ovest e B2 a Nord-Est). Sono stati eseguiti censimenti visuali in immersione SCUBA lungo transetti di 25×5 metri ubicati a 3 diversi intervalli di profondità (4-7, 12-16 e 24-30 m) in 2 siti di ogni zona considerata, compiendo 3 repliche per ciascuna fascia batimetrica. Sui dati raccolti sono stati calcolati l'indice di diversità di Shannon ( $H'$ ), quello di equitabilità di Pielou ( $J'$ ) e quello di ricchezza specifica di Margalef ( $R'$ ), i cui valori sono stati elaborati con l'ANOVA e comparati a posteriori con il test di Tukey (Underwood, 1997). A causa della non normalità dei dati, è stato

Tab. 1 - Lista delle specie ittiche identificate nelle 3 zone considerate.

*List of fish taxa recorded at the 3 zones studied.*

|                                    | A     |         |         | B1    |         |         | B2    |         |         |
|------------------------------------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
|                                    | 4-7 m | 12-16 m | 24-30 m | 4-7 m | 12-16 m | 24-30 m | 4-7 m | 12-16 m | 24-30 m |
| <b>Apogonidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Apogon imberbis</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <b>Balistidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Balistes capricus</i>           | +     |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <b>Blenniidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Parablennius rouxi</i>          | +     | +       |         |       | +       |         |       |         |         |
| <i>Parablennius sanguinolentus</i> | +     |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <b>Carangidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Seriola dumerili</i>            | +     |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <b>Centrarchantidae</b>            |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Spicara maena</i>               |       | +       | +       |       | +       | +       |       | +       | +       |
| <b>Gobiidae</b>                    |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Gobius bucchichi</i>            | +     | +       |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Gobius cruentatus</i>           |       |         |         | +     |         |         |       |         |         |
| <b>Labridae</b>                    |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Coris julis</i>                 | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Labrus merula</i>               | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Labrus mixtus</i>               |       |         | +       |       |         | +       |       |         | +       |
| <i>Labrus viridis</i>              |       |         | +       | +     | +       |         | +     | +       |         |
| <i>Symphodus cinereus</i>          | +     | +       |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Symphodus mediterraneus</i>     | +     | +       | +       | +     | +       | +       |       | +       | +       |
| <i>Symphodus melanocercus</i>      |       | +       |         | +     | +       |         |       | +       | +       |
| <i>Symphodus ocellatus</i>         | +     | +       |         |       | +       |         |       |         |         |
| <i>Symphodus roissali</i>          | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Symphodus rostratus</i>         | +     |         | +       |       | +       |         | +     | +       |         |
| <i>Symphodus tinca</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Thalassoma pavo</i>             | +     | +       |         | +     | +       |         | +     | +       |         |
| <b>Mugilidae</b>                   | +     |         |         | +     |         |         |       |         |         |
| <b>Mullidae</b>                    |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Mullus surmuletus</i>           | +     | +       | +       |       | +       | +       | +     | +       | +       |
| <b>Muraenidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Muraena helena</i>              | +     | +       | +       | +     | +       | +       |       | +       | +       |
| <b>Pomacentridae</b>               |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Chromis chromis</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <b>Sciaenidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Sciaena umbra</i>               |       |         |         | +     | +       |         | +     | +       | +       |
| <b>Scombridae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Sarda sarda</i>                 |       |         |         |       |         | +       |       |         |         |
| <b>Scorpaenidae</b>                |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Scorpaena notata</i>            |       |         |         |       | +       |         |       |         |         |
| <i>Scorpaena porcus</i>            |       |         |         | +     |         |         |       |         |         |
| <b>Serranidae</b>                  |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Anthias anthias</i>             |       |         | +       |       |         |         |       |         |         |
| <i>Epinephelus marginatus</i>      | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Serranus cabrilla</i>           | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Serranus scriba</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <b>Sparidae</b>                    |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Boops boops</i>                 |       |         |         |       |         | +       |       |         |         |
| <i>Dentex dentex</i>               |       |         |         |       |         | +       | +     | +       | +       |
| <i>Diplodus annularis</i>          |       |         |         |       |         | +       | +     |         |         |
| <i>Diplodus puntazzo</i>           | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Diplodus sargus</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Diplodus vulgaris</i>           | +     | +       | +       | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Oblada melanura</i>             | +     | +       | +       | +     | +       | +       |       | +       | +       |
| <i>Sarpa salpa</i>                 | +     | +       |         | +     | +       | +       | +     | +       | +       |
| <i>Sparus aurata</i>               |       |         |         |       |         |         | +     | +       | +       |
| <i>Spondylusoma cantharus</i>      | +     | +       | +       | +     | +       | +       |       |         | +       |
| <b>Sphyraenidae</b>                |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Sphyraena viridensis</i>        |       |         |         |       |         |         |       | +       |         |
| <b>Tripterygiidae</b>              |       |         |         |       |         |         |       |         |         |
| <i>Tripterygion delaisi</i>        | +     |         |         | +     |         |         |       |         |         |
| <i>Tripterygion tripteronotus</i>  |       |         |         |       | +       |         |       |         | +       |

infine effettuato un confronto tra le densità di alcune specie (*Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *Epinephelus marginatus*, *Mullus surmuletus* e *Sciaena umbra*) con il test non parametrico di Mann-Whitney (Sokal e Rohlf, 1995).

## Risultati e conclusioni

Complessivamente sono state osservate 45 specie di Teleostei appartenenti a 18 famiglie (Tab. 1). Labridi e Sparidi hanno prevalso sia in termini di ricchezza specifica (12 e 10 specie rispettivamente) sia anche, fatta eccezione per i Pomacentridi, dal punto di vista delle densità (13 e 27% del totale degli individui censiti). I valori medi di diversità specifica riportati in Fig. 1A hanno mostrato una discreta omogeneità del numero di specie osservato nelle 3 zone. Il confronto tra gli indici  $H'$ ,  $J'$  e  $R'$  non ha infatti evidenziato differenze significative legate al livello di protezione ma, limitatamente ai 4-7 m, soltanto tra zone caratterizzate da diversa esposizione (Fig. 2).

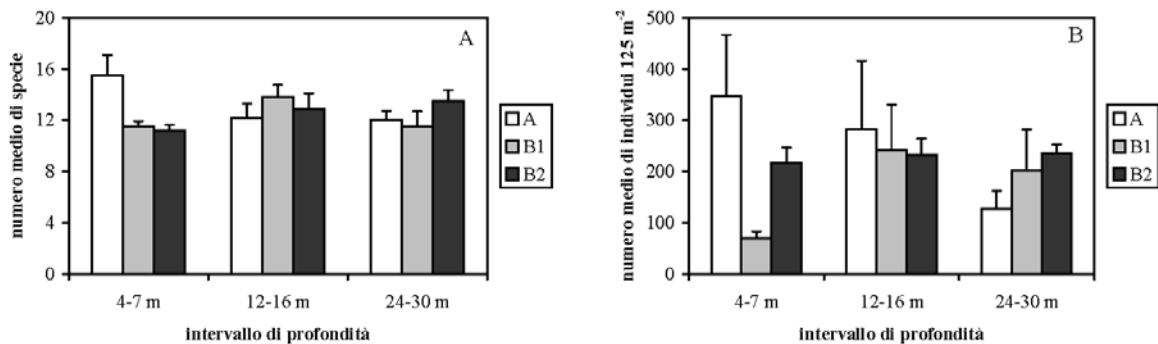


Fig. 1 - Ricchezza specifica (A) e densità (B) rilevate nelle 3 zone considerate (media $\pm$ ES).  
Species richness (A) and densities (B) recorded at the 3 zones studied (mean $\pm$ SE).

La densità media totale è stata molto variabile nelle 3 zone (Fig. 1B). Il test di Mann-Whitney ha rivelato differenze significative soltanto tra le abbondanze di *D. sargus* e *D. vulgaris* sia per il regime di tutela sia per il fattore esposizione (Tab. 2). In diversi casi, tuttavia, le densità maggiori per entrambe le specie sono state registrate nella zona B2.

Attualmente la struttura dell'ittiofauna costiera della AMP dell'Asinara appare maggiormente influenzata da variabili di tipo ambientale che dai benefici dovuti all'effetto riserva. Questo fatto è probabilmente attribuibile alla sua ancora troppo recente istituzione, come anche da attività di vigilanza non sempre adeguate. In accordo con quanto osservato da Tunesi *et al.* (2001) prima della creazione della AMP, le zone di riserva generale da noi studiate nell'area più settentrionale dell'Isola mostrano, soprattutto negli strati più profondi, elevati valori sia di biodiversità sia di densità per alcune specie ittiche pregiate.

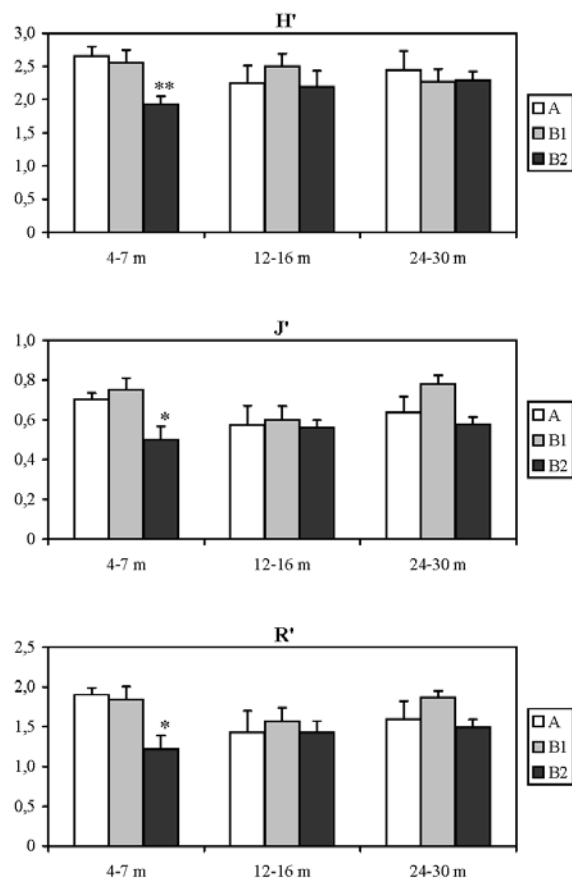


Fig. 2 - Confronto tra gli indici di Shannon ( $H'$ ), Pielou ( $J'$ ) e Margalef ( $R'$ ) per le 3 zone considerate (media $\pm$ ES). Tukey test:  $A=B1>B2$ ; \* $P<0,05$ , \*\* $P<0,01$ .

Comparison among Shannon ( $H'$ ), Pielou ( $J'$ ) and Margalef ( $R'$ ) indexes for the 3 zones studied (mean $\pm$ SE). Tukey test:  $A=B1>B2$ ; \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ .

Tab. 2 - Risultati del test di Mann-Whitney nelle 3 zone considerate.

Mann-Whitney test results for the 3 zones studied.

|          | <i>Diplodus sargus</i> |         |         | <i>Diplodus vulgaris</i> |         |         |
|----------|------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
|          | 4-7 m                  | 12-16 m | 24-30 m | 4-7 m                    | 12-16 m | 24-30 m |
| A vs B1  | A>B1*                  | ns      | ns      | A>B1*                    | ns      | ns      |
| A vs B2  | ns                     | ns      | B2>A*   | ns                       | ns      | B2>A*   |
| B1 vs B2 | ns                     | B2>B1** | ns      | B2>B1*                   | ns      | ns      |

\*\* $P<0,01$ ; \* $P<0,05$



## Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano l'Ente Parco Nazionale dell'Asinara per il supporto fornito nel corso della ricerca.

## Bibliografia

- GUIDETTI P. (2002) - The importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish in Mediterranean MPAs. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **12**: 619-634.
- HARMELIN J.G., BACHET F., GARCIA F. (1995) - Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *PSZNI: Mar. Ecol.*, **16**: 233-250.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1995) - *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3<sup>rd</sup> ed. W.H. Freeman and Co., New York: 887 pp.
- TUNESI L., SALVATI E., LAURIANO G., MARIANI L. (2001) - Study of the coastal fish fauna of the Asinara Island to support the zoning of the marine protected area. *Atti A.I.O.L.*, **14**: 189-198.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in ecology: their logical design and interpretations using Analysis of Variance*. Cambridge University Press: 504 pp.

Lavoro eseguito con contributo della Fondazione Banco di Sardegna.

F. RAGAZZOLA, A. COSSU, M. MULARGIA, D. PALA, G. PLASTINA\*

Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

\*Parco Nazionale Arcipelago di La Maddalena, Via Giulio Cesare, 7 - 07024 La Maddalena (SS), Italia.

## ESTENSIONE E STATO DI CONSERVAZIONE DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE ANTISTANTE LA SPIAGGIA ROSA (ISOLA DI BUDELLI)

### *EXTENSION AND CONSERVATION OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE MEADOW IN FRONT OF THE SPIAGGIA ROSA (BUDELLI ISLAND)*

#### **Abstract**

*The extension and conservation of *Posidonia oceanica* in front of the beach "Spiaggia Rosa", located in Budelli Island, is investigated. The reason of the investigation is due to the decrease of the foraminifero *Miniacina miniae* underlay the *Posidonietum* in the last few years. This decrease has, as a consequence, a loss of the pink colour of the beach due to *Miniacina miniae* skeletons. After six years of total closure of the beach and its coastal water along 100 meters of coast, the *Posidonietum* still has not recovered. The *Posidonietum* low density and its low primary productivity show a degraded meadow with the presence of anchors drills that increased its loss of uniformity. Preliminary data show that *Miniacina miniae* is rarely present or absent underlay the *Posidonietum* and this does not help the creation of new biocasts.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, "Spiaggia Rosa" beach, "La Maddalena" National Park.

#### **Introduzione**

*Posidonia oceanica* (L.) Delile è molto sensibile ai disturbi di origine naturale e antropica, e per tale motivo è ritenuta un eccellente indicatore della qualità dell'ambiente costiero (Mazzella e Buia, 1986; Augier *et al.*, 1987). La regressione delle praterie è collegata a disturbi di origine meccanica, come ancoraggi e pesca a strascico, o a cambiamenti idrologici dovuti a scarichi fognari, costruzioni sul litorale, cambiamenti climatici (Ardizzone e Pelusi 1983; Pérès, 1984; Ramos-Espla, 1984; Bourcier, 1989). Una prateria a *Posidonia oceanica* si estende di fronte la Spiaggia Rosa dell'isola di Budelli (Parco Nazionale di La Maddalena), così chiamata per la presenza di bioclasti derivanti dalla frammentazione di vari briozoi e foraminiferi, tra i quali *Miniacina miniae* (che conferisce alla sabbia il colore rosa) che vive nella suddetta prateria. Dato che in questi ultimi anni si è assistito sia ad un costante arretramento del limite superiore della prateria, sia ad una drastica riduzione del colore rosa delle sabbie, si è ritenuto opportuno effettuare il presente studio volto a valutare l'estensione e lo stato attuale di conservazione della prateria.

#### **Materiali e metodi**

Per valutare lo stato di conservazione della prateria sono stati individuati tre transetti nei quali sono state effettuate stime di densità in quattro quadrati (40×40 cm), a tre diverse profondità (10, 15 e 20 metri). Durante la conta dei

fasci, si è inoltre calcolata la percentuale di ricoprimento di *Miniacina miniacea* sui rizomi dei fasci contati. Per ogni profondità sono stati prelevati 5 fasci di *Posidonia oceanica*, ortotropi e non dicotomici, per le analisi fenologiche (Giraud, 1977) e lepidocronologiche (Pergent *et al.*, 1982). I fasci campionati sono stati prelevati ad una distanza di circa 50-100 cm l'uno dall'altro.

Per la valutazione dell'estensione della prateria sono state utilizzate le foto aeree realizzate nel 2003 che sono state poi inserite nel GIS, Arc View 3.2 insieme alle stazioni di campionamento e ai parametri analizzati. Le analisi delle foto aeree sono state validate da controlli puntuali in immersione e da riprese video con una telecamera subacquea al traino. Ciò ha permesso la realizzazione di una cartografia bionomica dell'area esaminata, che sarà fornita su richiesta dagli autori.

## Risultati

I valori delle densità ottenuti sono stati comparati con quelli della scala di classificazione delle praterie secondo Pergent *et al.* (1995). I risultati mostrano una condizione di prateria molto disturbata a 10 e a 15 metri di profondità, con una densità media rispettivamente pari a 162 fasci  $m^{-2}$  e 118 fasci  $m^{-2}$ , e di prateria disturbata a 20 metri, con una densità media pari a 109 fasci  $m^{-2}$ .

Nei tre transesti (Fig. 1) è presente un'elevata variabilità dei valori di densità a 10 metri di profondità, mentre tra i 15 e 20 metri di profondità i valori sono tra loro molto simili.

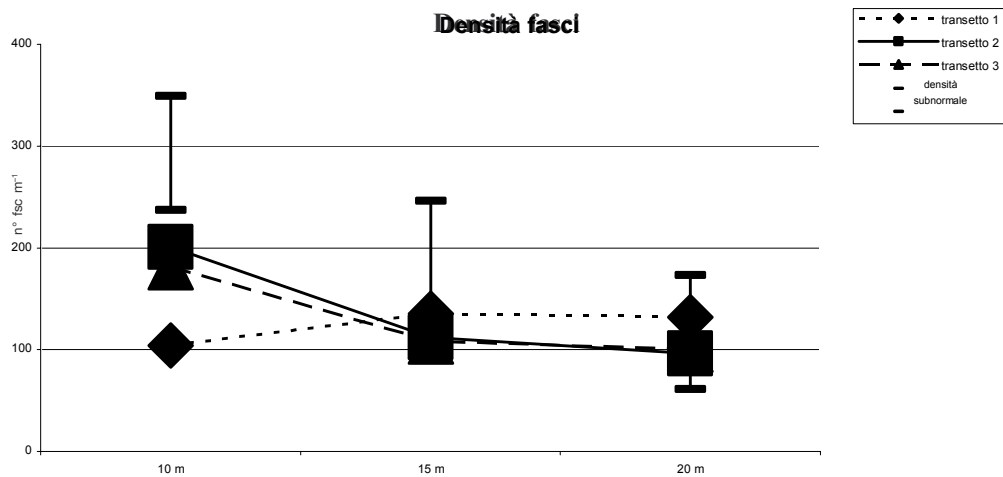


Fig. 1 - Variazione della densità in funzione della profondità; le barre indicano i limiti di densità per praterie disturbate alle rispettive profondità.

Variation in density at different depths. The strokes show the density limits in disturbed meadows at each depth.

Il medesimo comportamento può essere osservato per i valori di produttività fogliare, espressi in grammi/ $m^2$ /anno (Fig. 2).

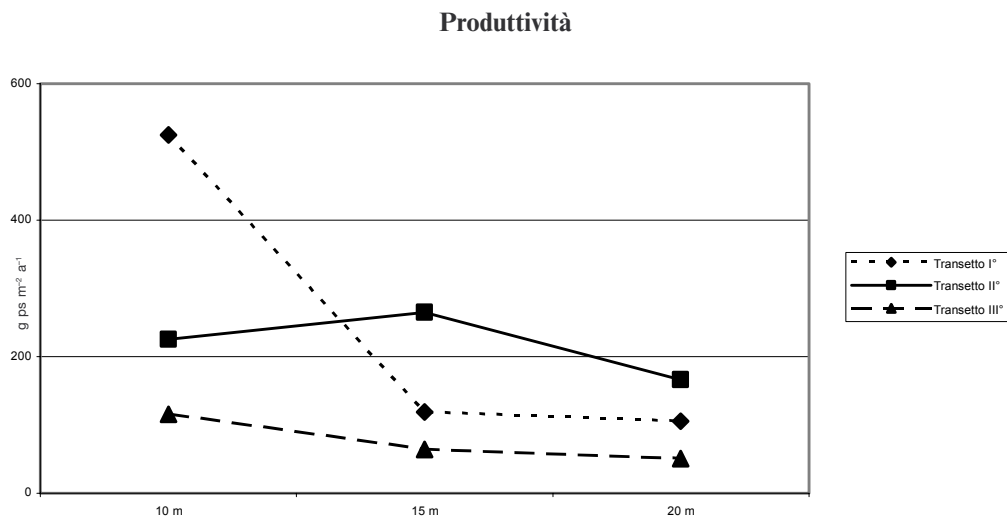


Fig. 2 - Variazione della produttività in funzione della profondità.  
*Variation in productivity at different depths.*

*Miniacina miniacea* è assente nei fasci fogliari a -20 metri in tutti e tre i transetti, mentre è presente sia a -10 metri (18% dei ciuffi) che a -15 metri (24% dei ciuffi).

Nell'area soggetta a tutela integrale antistante la Spiaggia Rosa sono state individuate quattro biocenosi principali: la prateria a *P. oceanica*, che è la più vasta e copre una superficie di 16.7 ha; la biocenosi delle rocce infralitorali superiori di "moda calma", con una superficie di 3.3 ha; la biocenosi delle sabbie medie infralitorali, con una superficie di 1,9 ha; ed infine la prateria a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asherson con una superficie di 0,8 ha.

## Conclusioni

A distanza di 6 anni dal provvedimento di tutela integrale, le analisi effettuate hanno mostrato una prateria molto rada di classe IV (secondo la scala proposta da Giraud, 1977), molto disturbata, con una produttività abbastanza bassa (secondo la scala proposta da Boudouresque, 1996); sono altresì evidenti gravi segni di degrado dovuti principalmente a solchi generati da ancoraggi che vengono amplificati dalle forti correnti presenti nella zona. Le analisi preliminari sulla quantità di *Miniacina miniacea* hanno evidenziato una sua totale assenza nei fasci raccolti a -20 metri e una rada presenza a 15 e 10 metri di profondità. La rarefazione dei ciuffi può permettere la penetrazione di luce nel sottostrato che renderebbe meno ombreggiati i rizomi dove normalmente si localizza il foraminifero.

I risultati ottenuti suggeriscono di promuovere un costante monitoraggio dell'area; la cartografia di dettaglio servirà per capire l'evoluzione della prateria in rapporto al suo regime sedimentario e alla sua frequentazione, onde comprendere

quanto le misure di salvaguardia messe in atto dall'Ente Parco debbano essere ulteriormente prolungate nel tempo, includendo eventualmente un'area di mare più vasta.

### Bibliografia

- ARDIZZONE G.D., PELUSI P. (1983) – Regression of a Tyrrhenian *Posidonia oceanica* meadow. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **28** (3): 175-177.
- AUGIER H., MONNIER-BESOMBES G., SIGILLOT G. (1987) - Etude préliminaire de l'influence des borates constitutifs des détergents sur la phanerogame marine *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Rev. int. Oceanogr. Méd.*, **85-86**: 75-81.
- BOUDOURESQUE C.F. (1996) Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée. 2<sup>nd</sup> Ed. *GIS Posidonie Publ.*, Marseille, Fr.: 1-243.
- BOURCIER M. (1989) – Regression des herbiers a *Posidonia oceanica* (L.) Delile, a l'est de Marseille, sous l'action conjuguée des activités humaine et des modifications climatiques. In: Bouderesque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *International workshop on Posidonia oceanica beds*. *Gis posidonie Publ.*, **1**: 287-292.
- GIRAUD G. (1977) – Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile., *Thèse de doctorat 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille II France*: 150 pp.
- MAZZELLA L., BUIA M.C. (1986) – Strategie evolutive nelle fanerogame marine del Mediterraneo. *Nova thalassia*, **8** (Suppl. 3): 651.
- PERES J.M. (1984) – La régression des herbiers à *Posidonia oceanica*. In: Bouderesque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International workshop on Posidonia oceanica beds*. *Gis Posidonie Publ.*, **1**: 445-454.
- PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A. (1982) – Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles de *Posidonia oceanica*. *Lab. Ecol. Benthos, Fac. Sci. Marseille-Luminy et Par National Port-Cros édit.*
- PERGENTEN G., PERGENT-MARTINI C., BOUDERESQUE C.F. (1995) – Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-27.
- RAMOS-ESPLA A.A. (1984) - Cartografia de la pradera superficial de *Posidonia oceanica* en la bahia de Alicante (SE Espana). In: Bouderesque C.F., Jeudy De Grissac A., Olivier J. (eds), *International workshop on Posidonia oceanica beds*. *Gis Posidonie publ.*, **1**: 57-61.

A. SCINTO, C. BENVENUTO\*, C. CERRANO, M. MORI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

\*Department of Biological Sciences, Kent State University, Kent, OH USA.

## CICLO VITALE DI *JASSA MARMORATA* HOLMES 1903 (CRUSTACEA, AMPHIPODA) NELLE ACQUE DI PORTOFINO

### *LIFE CYCLE OF JASSA MARMORATA HOLMES 1903 (CRUSTACEA, AMPHIPODA) IN THE WATHER OF PORTOFINO*

#### **Abstract**

*The seasonal trend of Jassa marmorata is here reported in relation to the sea water temperature, in front of the Portofino Promontory (Ligurian Sea, Italy). Juveniles are found mainly during the winter season while adults are recorded during the whole year. Nevertheless in the summer season this species can disappear when sea water temperature exceeds 27 °C. Morphometric data are also reported and discussed.*

**Key-words:** life cycle, fouling, Ligurian Sea, population structure.

#### **Introduzione**

*Jassa marmorata* (Crustacea, Amphipoda) è un comune gammaride tubicolo in grado di colonizzare substrati sia naturali come spugne, idrozoi e briozoi sia artificiali come boe, catene di navi e moli (Boero e Carli, 1979; Conlan, 1989). *J. marmorata* è inoltre una delle specie dominanti nella maggior parte delle facies ad alghe fotofile (Bellan-Santini, 1981). Per questo motivo tale specie è tipicamente considerata fare parte del fouling e la sua struttura demografica sembra essere in relazione all'espansione e contrazione stagionale di questa comunità (Franz, 1989). La maggior parte degli studi bio-eco-etologici sul genere *Jassa* ha riguardato le popolazioni atlantiche (Conlan, 1989): in Mediterraneo la distribuzione della specie è considerata incerta a causa della frequente confusione con la specie Atlantica *Jassa falcata* e inoltre mancano informazioni sul suo ciclo vitale (Ruffo, com. pers.). Lo scopo di questo lavoro è di fornire alcune prime notizie sulla bio-ecologia di una popolazione di *Jassa marmorata* vivente su substrati artificiali presenti nelle acque antistanti l'Area Marina Protetta del Promontorio di Portofino (Mar Ligure).

#### **Materiali e metodi**

Per questo studio sono state fissate 70 tavolette di forex, a 5 m di profondità, lungo la catena di una boa sita presso la Punta del Faro del Promontorio di Portofino (Mar Ligure). Da maggio 2002 a aprile 2004, sono state prelevate mensilmente tre tavolette e fissate in una soluzione tamponata di formalina al 4% direttamente sott'acqua. La temperatura dell'acqua è stata registrata mediante l'uso di un termometro a mercurio.

Tutti gli individui di *Jassa marmorata* sono stati separati, mediante l'uso di uno stereomicroscopio, nei seguenti stadi (Sexton e Reid, 1952): individui trasparenti con sesso non determinabile (J), femmine mature (F), maschi senza pollice sul propode del 2° gnatopode (Msp), maschi con pollice di piccole dimensioni (forme minori, Minor), maschi con pollice di grandi dimensioni (forme maggiori, Major).

Di ciascun individuo è stata rilevata la taglia del corpo (dalla punta del rostro alla fine del cefalosoma) e la dimensione della chela considerando la distanza dal margine esterno del pollice a quello dorsale dello gnatopode. Tutte le misure morfometriche sono state rilevate mediante un oculare micrometrico.

## Risultati

In totale sono stati raccolti ed esaminati 6321 individui, composti dal 78% di giovani, 18% di femmine mature, 2% di maschi senza pollice e 1,2% di maschi minor. I maschi di forma maggiore (*major*) invece sono risultati assenti da tutti i campioni raccolti: sebbene in scarso numero, essi sono stati invece trovati ad una profondità di 5 m in un'altra colonia insediata su un'altra boa, sita più lontano dalla costa. Le taglie minime e massime rilevate nei due sessi e nei diversi stadi di sviluppo, come lunghezza del cefalosoma (LC), sono riportate in Tab. 1.

Tab. 1 - Parametri delle relazioni morfometriche stimati per gli gnatopodi di entrambi i sessi di *Jassa marmorata* in relazione alla lunghezza del cefalosoma. N = numero di individui esaminati; Taglia = intervallo di LC in mm; a = intercetta; b = pendenza; ES b = errore standard della pendenza (b); t = valore del t di student; SA = stato allometrico ricavato testando la pendenza contro una pendenza standard di 1,  $\alpha = 0.05$ ; + = allometria positiva; 0 = isometria; - = allometria negativa;  $r^2$  = coefficiente di determinazione.

*Estimated parameters of chela dimension in relationships of cefalosoma length for both sexes and stages of Jassa marmorata. N = number of specimens; ES b = standard error of the slope; t = value of Student t test; SA = allometric status on testing the slope against a standard of 1,  $\alpha = 0.05$ ; + = positive allometry; 0 = isometry; - = negative allometry.*

| Sex     | N  | Taglia    | Log a   | b     | ES b | t    | SA | $r^2$ |
|---------|----|-----------|---------|-------|------|------|----|-------|
| J       | 32 | 0,10-0,22 | -0,6407 | 0,621 | 0,09 | 3,87 | -  | 0,573 |
| F       | 13 | 0,19-0,52 | -0,3206 | 0,585 | 0,16 | 2,52 | -  | 0,536 |
| M sp    | 77 | 0,37-0,74 | -0,0565 | 1,056 | 0,10 | 0,55 | 0  | 0,592 |
| M minor | 61 | 0,31-0,94 | 0,0849  | 1,388 | 0,09 | 3,98 | +  | 0,774 |
| M major | 4  | 0,78-0,86 | 0,4582  | 3,326 | 2,18 | 2,06 | +  | 0,537 |

Nei maschi con pollice in forma di abbozzo, la crescita del 2° gnatopode è isometrica, mentre in quelli di tipo *minor* e *major* è allometrica positiva. I primi, similmente ai giovani e alle femmine mature, costruiscono i tubi di protezione, mentre i secondi vivono liberi al di sopra delle colonie (lavoro in preparazione). Questi ultimi sono individui maturi sia fisiologicamente sia morfologicamente: essi, infatti, sono i riproduttori delle colonie (Borowsky, 1985). Gli gnatopodi dei giovani e delle femmine adulte seguono invece una crescita di tipo allometrico negativo.

La separazione degli individui per sesso e per stadio di sviluppo ha permesso di analizzare nel tempo la struttura qualitativa della popolazione campionata: dalla figura 1 risulta che in quasi tutti i campioni mensili la maggior parte degli individui è costituita da giovani, i quali presentano abbondanze massime in primavera e in autunno. In Mar Ligure da giugno 2003 a settembre 2003 si è riscon-



trata un'anomalia termica dell'acqua con una media di 27 °C (Fig. 1). Questo sembra essere il fattore che ha determinato la scomparsa della popolazione di *Jassa marmorata*, da noi studiata.

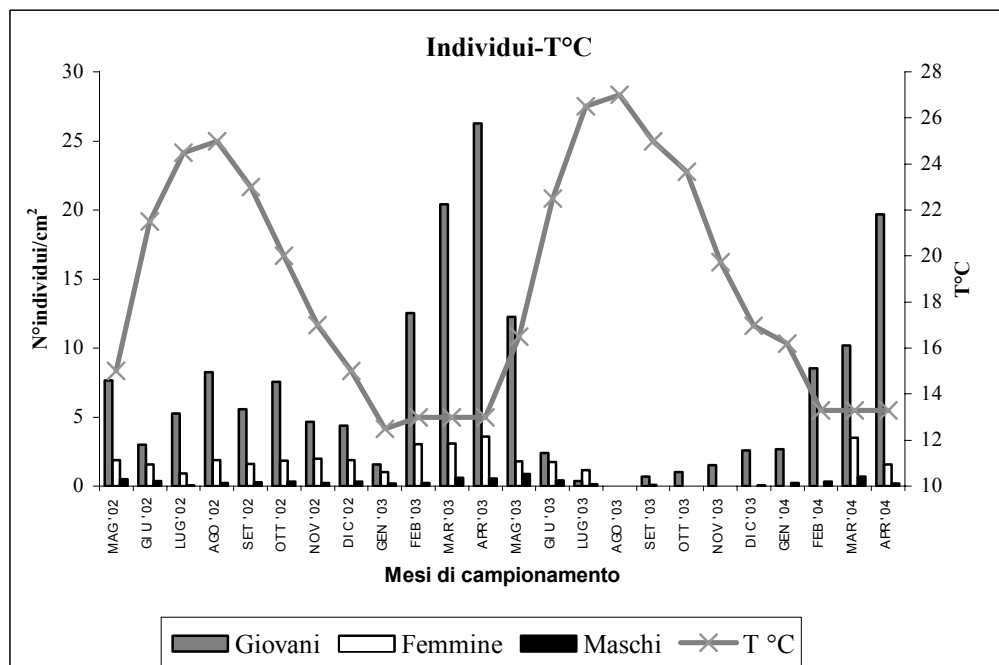


Fig. 1 - Andamento mensile della popolazione di *Jassa marmorata* in relazione ai valori di temperatura dell'acqua di mare a 5 m di profondità.

*Seasonal trend of Jassa marmorata in relation to sea water temperature at 5 m depth.*

## Conclusioni

Lo studio dell'accrescimento relativo del pollice del secondo gnato-pode conferma l'ipotesi di Conlan (1989) che tale struttura sia utilizzata dai maschi con pollice per segnalare la loro disponibilità ad accoppiarsi con individui dell'altro sesso. Tale supposizione è confermata dalla elaborata costruzione dei tubi, che avviene solo da parte dei maschi senza pollice e dai giovani, mentre i maschi minor e major vivendo, al di fuori delle colonie sembrano svolgere solo una funzione da riproduttori. L'andamento annuale descritto precedentemente suggerisce che le popolazioni di *J. marmorata* costituiscono una componente costante dei substrati artificiali. Tuttavia, sembra esistere una temperatura critica ( $T > 25\text{ °C}$ ), oltre la quale gli adulti di tale specie scompaiono. L'elevata sensibilità rilevata nei confronti degli stress termici potrebbe permettere di utilizzare tale specie come biosensore nella valutazione dei cambiamenti climatici in corso.

**Bibliografia**

- BELLAN-SANTINI D. (1981) - Influence des pollutions sur le peuplement des amphipodes dans la biocenose des algues photophiles. *Tethys*, **10**: 185-194.
- BOERO F., CARLI A. (1979) - Osservazioni sul comportamento dell'anfipode *Jassa falcata* (Montague). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, **6**: 91-95.
- BOROWSKY B. (1985) - Differences in reproductive behaviors between two male morphs of the amphipod crustacean *Jassa falcata* Montague. *Physiol. Zool.*, **58**: 497-502.
- FRANZ D.R. (1989) - Population density and demography of a fouling community amphipod. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, **125**: 117-126.
- SEXTON E.W., REID D.M. (1951) - The life-history of the multiform species *Jassa falcata* Montagu (Crustacea Amphipoda) with a review of the bibliography of the species. *J. Linn. Soc. (Zool.)*, **42**: 29-91.
- CONLAN K.E. (1989) - Delayed reproduction and adult dimorphism in males of the amphipod genus *Jassa* (Corophioidea: Ischyroceridae): an explanation for systematic confusion. *J. Crust. Biol.*, **9**: 601-625.

C. SOLUSTRI, E.B. MORELLO, C. VITALI, C. FROGLIA

C.N.R. Istituto di Scienze Marine, Sezione Pesca Marittima,  
Largo Fiera della Pesca, 1 – 60125 Ancona, Italia.

## MALACOFAUNA DELL'AREA COSTIERA PROPOSTA PER L'ISTITUZIONE DEL "PARCO MARINO DEL PICENO" (ADRIATICO CENTRALE)

### *COASTAL MALACOFAUNA OF THE PROPOSED MPA "PARCO MARINO DEL PICENO" IN THE CENTRAL ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*In order to characterize the benthic community of the coastal area of the "Piceno" (central Adriatic), samples were collected with a van Veen grab and a Charcot dredge in 30 stations along 6 transects perpendicular to the coast, between 3 m and 14 m depth. Additional data were obtained during surveys with an otter trawl and an experimental hydraulic dredge. This contribution comprises a list of the molluscan species found in the area and discusses the distributions of the most abundant and characteristic species.*

**Key-words:** marine molluscs, biodiversity, Marine Parks, Adriatic Sea.

#### **Introduzione**

La fascia costiera del "Piceno" è stata inserita tra le aree da destinarsi, qualora ne ricorrano le condizioni, ad Aree Marine Protette (Legge n. 394 del 6/12/1991). Quest'area, del medio Adriatico, si estende dalla foce del fiume Chienti (Regione Marche) alla foce del fiume Salinello (Regione Abruzzo), con uno sviluppo costiero di circa 55 km. Il fondale è di natura sabbiosa nei primi 8-10 metri di profondità e sabbio-fangoso o fangoso alle batimetriche superiori. I substrati rocciosi sono limitati a pochi scogli a Pedaso e Grottammare e alle strutture artificiali frangiflutto poste a difesa del litorale. Nonostante la fauna dell'Adriatico centrale sia ben conosciuta sin dal secondo dopoguerra grazie agli studi di Vatova (1946, 1947, 1949), assai scarse sono le informazioni faunistiche su scala locale. Nel presente contributo viene riportato l'elenco di tutte le specie di molluschi censite nell'area e vengono discusse le distribuzioni di quelle più abbondanti e caratteristiche. Il Phylum Mollusca, infatti, è considerato un descrittore efficace delle comunità bentoniche e, come tale, è in grado di fornire utili indicazioni su un dato ambiente senza la necessità di analizzarne tutte le componenti faunistiche (Gambi *et al.*, 1983).

#### **Materiali e metodi**

Negli anni 2001 e 2002, al fine di caratterizzare la comunità bentonica dell'area di studio, sono stati effettuati campionamenti con benna van Veen (0.1 m<sup>2</sup>) e draga Charcot (0,5×0,2 m) in 30 stazioni, fissate in corrispondenza delle batimetriche di 3 m, 6 m, 10 m, 12 m e della linea delle tre miglia dalla costa (tra 13,5 m e 14,7 m), ubicate su sei transetti ortogonali alla costa (Fig. 1). Ulteriori dati sono stati ottenuti durante alcune campagne di campionamento con rete a strascico, draga idraulica sperimentale e con immersioni subacquee effettuate nella

stessa area nel corso del 2001. Tutte le specie animali sono state identificate al più basso livello sistematico possibile, nella presente nota sono elencate tutte le specie di molluschi rinvenute vive.

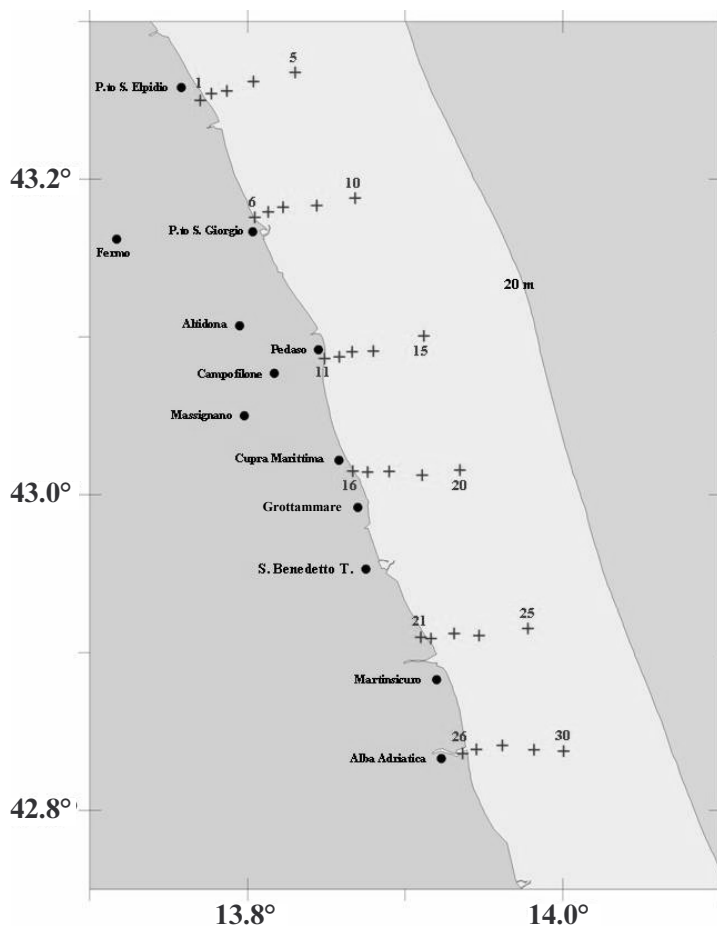


Fig. 1 - Stazioni campionate con benna van Veen e draga Charcot.

*Stations sampled with van Veen grab and Charcot dredge.*

## Risultati e conclusioni

In totale sono stati identificati 71.264 molluschi, appartenenti a 132 specie (Tab. 1). La classe dei Gasteropodi è la meglio rappresentata, con 69 specie, seguita dai Bivalvi (55), dai Cefalopodi (4), dagli Scafopodi (3) e dai Polioplacofori (1). Le stazioni più costiere (3 metri) sono caratterizzate da elevate densità di *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*; elementi caratteristici della Bioce-nosi delle Sabbie Fini Superficiali (Pérès e Picard, 1964) mentre tra i 6 e i 10 metri

dominano le specie sabulicole (*Chamelea gallina*, *Spisula subtruncata*, *Macra stultorum*, *Nassarius mutabilis*) ascrivibili alla Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate. Le stazioni poste più al largo, in cui il sedimento presenta diversi gradi di infangamento, sono caratterizzate o da specie indicatrici di un certo grado di instabilità sedimentaria (*Corbula gibba* e *Tellina distorta*) oppure da specie prettamente pelitiche (*Mysella bidentata*, *Abra alba*, *Dentalium inaequicostatum*). In alcune stazioni, tra i 10 ed i 14-15 m di profondità, sono state rilevate elevate densità dei bivalvi alloctoni *Anadara demiri* e *Anadara inaequalis*, in certi casi dominanti rispetto alle altre specie di molluschi (Morello *et al.*, 2004). In questo intervallo batimetrico è presente anche una terza specie alloctona, il mytilidae *Musculista senhousia*, il cui areale negli ultimi anni si è notevolmente allargato in alto e medio Adriatico (Solustri *et al.*, 2003).

Tab. 1 - Lista dei Molluschi (segue).

*List of Mollusca.*

#### POLYPLACOPHORA

*Chiton olivaceus* Spengler, 1797

#### GASTROPODA PROSOBRANCHIA

*Patella caerulea* Linnaeus, 1758  
*Diodora graeca* (Linnaeus, 1758)  
*Diodora italica* (de France, 1820)  
*Haliotis tuberculata* Linnaeus, 1758  
*Osilinus turbinatus* (Von Born, 1778)  
*Jujubinus striatus striatus* (Linnaeus, 1758)  
*Bittium latreillii* (Payraudeau, 1826)  
*Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778)  
*Melaraphe neritoides* (Linnaeus, 1758)  
*Rissoa splendida* Eichwald, 1830  
*Alvania discors* (Allan, 1818)  
*Pusillina lineolata* (Michaud, 1831)  
*Pusillina radiata* (Philippi, 1836)  
*Ceratia proxima* (Forbes & Hanley, 1850)  
*Hyala vitrea* (Montagu, 1803)  
*Aporrhais pespelecani* (Linnaeus, 1758)  
*Calyptrea chinensis* (Linnaeus, 1758)  
*Natica stercusmuscarum* (Gmelin, 1791)  
*Euspira guillemini* (Payraudeau, 1826)  
*Euspira pulchella* (Risso, 1826)  
*Neverita josephina* Risso, 1826  
*Tonna galea* (Linnaeus, 1758)  
*Cerithiopsis tubercularis* (Montagu, 1803)  
*Epitonium aculeatum* (Allan, 1818)  
*Epitonium comune* (Lamarck, 1822)  
*Epitonium turtoni* (Turton, 1819)  
*Eulima bilineata* Alder, 1848  
*Eulima glabra* (Da Costa, 1778)  
*Vitreolina perminima* (Jeffreys, 1883)  
*Bolinus brandaris* (Linnaeus, 1758)  
*Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758)  
*Ocenebra erinacea* (Linnaeus, 1758)

*Trophon muricatus* (Montagu, 1803)  
*Nassarius pygmaeus* (Lamarck, 1822)  
*Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758)  
*Nassarius mutabilis* (Linnaeus, 1758)  
*Bela brachistoma* (Philippi, 1844)  
*Bela laevigata* (Philippi, 1836)  
*Bela nebula* (Montagu, 1803)  
*Mangelia smithii* (Forbes, 1840)  
*Mangelia tenuicostata* (Brugnone, 1868)

#### GASTROPODA HETEROBRANCHIA

*Chrysallida interstincta* (Adams J., 1797)  
*Chrysallida juliae* (De Folin, 1872)  
*Chrysallida monterosatii* (Clessin, 1900)  
*Chrysallida terebellum* (Philippi, 1844)  
*Eulimella acicula* (Philippi, 1836)  
*Liostomia afzelii* Warén, 1991  
*Odostomia acuta* Jeffreys, 1848  
*Odostomia eulimoides* Hanley, 1844  
*Odostomia scalaris* MacGillivray, 1843  
*Odostomia erjaveciana* Brusina, 1869  
*Odostomia conoidea* (Brocchi, 1814)  
*Turbonilla acuta* (Donovan, 1804)  
*Turbonilla acutissima* Monterosato, 1884  
*Turbonilla rufa* (Philippi, 1836)

#### GASTROPODA OPISTHOBANCHIA

*Acteon tornatilis* (Linnaeus, 1758)  
*Cylichna umbilicata* (Montagu, 1803)  
*Volvulella acuminata* (Bruguière, 1792)  
*Retusa* sp.  
*Haminoea hydatis* (Linnaeus, 1758)  
*Haminoea navicula* (Da Costa, 1778)  
*Atys jeffreysi* (Weinkauff, 1868)  
*Philine aperta* (Linnaeus, 1767)  
*Aglaja tricolorata* Renier, 1807

Tab. 1 (continua)

**GASTROPODA OPISTHOBANCHIA**

*Philinopsis depicta* (Renier, 1807)  
*Akera bullata* Müller O.F., 1776  
*Cyllichna cylindracea* (Pennant, 1777)  
*Aplysia* sp.  
*Armina tigrina* Rafinesque, 1814

**BIVALVIA**

*Nucula nitidosa* Winckworth, 1930  
*Nuculana pella* (Linnaeus, 1767)  
*Anadara demiri* (Piani, 1981)  
*Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789)  
*Musculista senhousia* (Benson in Cantor, 1842)  
*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819  
*Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791)  
*Gregariella petagnae* (Scacchi, 1832)  
*Modiolarca subpicta* (Cantraine, 1835)  
*Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767)  
*Pecten jacobus* (Linnaeus, 1758)  
*Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758)  
*Chlamys flexuosa* (Poli, 1795)  
*Chlamys glabra* (Linnaeus, 1758)  
*Chlamys varia* (Linnaeus, 1758)  
*Anomia ephippium* Linnaeus, 1758  
*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758  
*Ostreola paretzani* Settepassi, 1978  
*Lucinella divaricata* (Linnaeus, 1758)  
*Hemilepton nitidum* (Turton, 1822)  
*Montacuta ferruginosa* (Montagu, 1808)  
*Mysella bidentata* (Montagu, 1803)  
*Acanthocardia aculeata* (Linnaeus, 1758)  
*Acanthocardia paucicostata* (Sowerby, 1841)  
*Acanthocardia tuberculata* (Linnaeus, 1758)  
*Parvicardium minimum* (Philippi, 1836)  
*Mactra stultorum* (Linnaeus, 1758)  
*Spisula subtruncata* (Da Costa, 1778)  
*Solen marginatus* Pulteney, 1799  
*Ensis minor* (Chenu, 1843)

*Phaxas adriaticus* (Coen, 1933)  
*Tellina tenuis* Da Costa, 1778  
*Tellina fabula* Gmelin, 1791  
*Tellina incarnata* Linnaeus, 1758  
*Tellina nitida* Poli, 1791  
*Tellina distorta* Poli, 1791  
*Donax semistratus* Poli, 1795  
*Donax trunculus* Linnaeus, 1758  
*Gari fervensis* (Gmelin, 1791)  
*Scrobicularia cottardi* (Payraudeau, 1826)  
*Abra prismatica* (Montagu, 1808)  
*Abra alba* (Wood W., 1802)  
*Azorinus chamasolen* (Da Costa, 1778)  
*Pharus legumen* (Linnaeus, 1758)  
*Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)  
*Dosinia lupinus* (Linnaeus, 1758)  
*Pitar rudis* (Poli, 1795)  
*Paphia aurea* (Gmelin, 1791)  
*Corbula gibba* (Olivieri, 1792)  
*Lentidium mediterraneum* (Costa O.G., 1839)  
*Gastrochaena dubia* (Pennant, 1777)  
*Hiatella arctica* (Linnaeus, 1758)  
*Teredo navalis* Linnaeus, 1758  
*Thracia papyracea* (Poli, 1791)  
*Pandora pinna* (Montagu, 1803)

**SCAPHOPODA**

*Dentalium inaequicostatum* (B.D.D., 1891)  
*Fustiaria rubescens* (Deshayes, 1826)  
*Cadulus politus* (Wood S., 1842)

**CEPHALOPODA**

*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758  
*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798  
*Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758)  
*Octopus vulgaris* Lamarck, 1798

Dal punto di vista faunistico si segnalano il ritrovamento di 8 esemplari del nudibranco *Armina tigrina* (Arminidae; Fig. 2a), prima segnalazione di questa specie per l'Adriatico centrale, il ritrovamento di *Liostomia afzelii* (Pyramidellidae), specie rara e di recente istituzione, e le ripetute catture nella stagione invernale di individui adulti e nastri ovigeri (Fig. 2b) di *Tonna galea* (Tonnidae).

Da questo studio, in conclusione, è emersa una notevole diversità della malacofauna dell'area rispetto a quanto osservato da altri Autori in aree limitrofe quali il Promontorio del Conero (Panfili *et al.*, 2003), i fondali costieri del Molise (Biddittu *et al.*, 2000; Alcaro *et al.*, 2002), le Isole Tremiti (Panetta *et al.*, 2000) e, in generale, i fondi mobili costieri dell'Adriatico centro-settentrionale (Bedulli *et al.*, 2001).

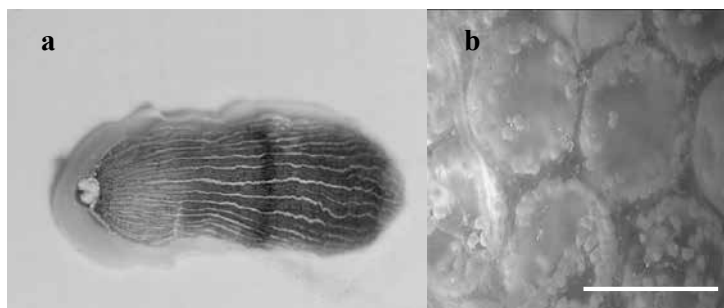


Fig. 2 - a: Esemplare di *Armina tigrina* (lunghezza 1,8 cm);  
 b: Particolare di capsule ovigere di *Tonna galea* (scala: 0,5 cm).  
 a: Specimen of *Armina tigrina* (length 1.8 cm);  
 b: Detail of ovigerous capsules of *Tonna galea* (bar: 0.5 cm).

### Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare il Prof. Renato Chemello (Università di Palermo) e il Dr. Pasquale Micali per l'aiuto prestato rispettivamente nell'identificazione dei nudibranchi e dei piramidellidi.

### Bibliografia

- ALCARO L., BATALONI S., BERGAMINI N., BIDDITTU A., BISTACCHIA M., MAGNIFICO G., PANNOCCHI A., PENNA M., TRABUCCO B., AMATO E., FRESI E. (2002) – Macrozoobenthos dei fondi mobili del Molise: analisi biocenotica. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 501-507.
- BEDULLI D., CHIANTORE M., CATTANEO-VIETTI R., SCHIAPARELLI S., GAIRIN AMOR R., ALBERTELLI G. (2001) – Mollusc and echinoderm biodiversity in the benthic communities of the Adriatic sea. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 586-589.
- BIDDITTU A., PANNOCCHI A., PENNA M., TRABUCCO B., AMATO E., LORENZI C., FRESI E. (2000) – Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica dei fondi mobili del Molise e confronto con i dati del Vatova del 1949. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 641-644.
- GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1983) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Il Naturalista Siciliano*, (4), **6** (Suppl.): 489-497.
- MORELLO E.B., SOLUSTRI C., FROGLIA C. (2004) – The alien bivalve *Anadara demiri* (Arcidae): a new invader of the Adriatic sea, Italy. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **84**: 1057-1064.
- PANETTA P., MASTROTOTARO F., MAIORANO P. (2000) – La malacofauna della Riserva Marina delle Isole Tremiti. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 707-712.
- PANFILI M., ARDIZZONE G.D., FABI G., SOLUSTRI C. (2003) - Popolamenti zoobentonici di fondo mobile antistanti il Promontorio del Monte Conero. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marittima*, (n.s.), **1**: 95-110.
- PÈRÈS J.M., PICARD J. (1964) – Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **31** (47): 1-137.
- SOLUSTRI C., MORELLO E.B., FROGLIA C. (2003) - *Musculista senhousia* (Benson in Cantor, 1842) (Bivalvia; Mytilidae) in the coastal waters of the Adriatic sea (Italy). *Atti Soc. It. Scienze Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano*, **144** (2): 231-240.
- VATOVA A. (1946) – Le zoocenosi bentoniche dell'Adriatico. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.*, n.s., **1**: 131-139.
- VATOVA A. (1947) – Caratteri della fauna bentonica dell'alto e medio Adriatico e zoocenosi cui dà origine. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **21**: 1-18.
- VATOVA A. (1949) - La fauna bentonica dell'alto e medio Adriatico. *Nova Thalassia*, **1** (3): 1-110.



D. VIRGILIO, M. MINOCCI, L. MILANI, M. CABRINI

Laboratorio di Biologia Marina, Via A. Piccard, 54 – 34010 Trieste, Italia.  
damiano.virgilio@libero.it

## SEGNALAZIONI DI *CERATOPERIDINIUM* CF. *YEYE* MARGALEF E DI *CENTRODINIUM* SP. KOFOID NEL GOLFO DI TRIESTE

### *REPORT OF CERATOPERIDINIUM CF. YEYE MARGALEF AND CENTRODINIUM SP. KOFOID IN THE GULF OF TRIESTE*

#### **Abstract**

*The occurrence of the dinoflagellates Ceratoperidinium cf. yeye and Centrodinium sp. in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) was reported for the first time in the summer of 2003. Temperature and salinity values higher than the averages of previous years and post diatom bloom conditions seem to be the factors favouring the presence of these species in the water column. Evaluation of cell abundances, in according to microphytoplankton and microzooplankton methods are also compared.*

**Key-words:** Ceratoperidinium, Centrodinium, Gulf of Trieste.

#### **Introduzione**

Nella comunità microfitoplanctonica del Golfo di Trieste i dinoflagellati tipicamente presenti nel periodo primaverile-estivo sono sempre poco abbondanti e la loro diversità specifica è alquanto variabile (Cabrini *et al.*, 2002). Durante il periodico monitoraggio delle acque costiere del golfo di Trieste, sono state identificate per la prima volta nell'area di studio due forme rare: *Ceratoperidinium* cf. *yeye* e *Centrodinium* sp. Quest'ultimo genere è stato osservato nel basso Adriatico da Viličić *et al.* (2002) e in altre zone del Mediterraneo da Gómez (2003) mentre *Ceratoperidinium* cf. *yeye* è stato trovato nella parte sud occidentale del Mediterraneo (Isole Baleari) e lungo le coste libanesi (Gómez, 2003; Gómez e Abboud-Abi Saab, 2003).

#### **Materiali e metodi**

Il campionamento è stato effettuato in una stazione situata all'interno della zona di rispetto della Riserva Marina di Miramare nel golfo di Trieste a 0.5, 5, 10 e 15 m di profondità. I parametri ambientali (temperatura e salinità) sono stati rilevati lungo tutta la colonna d'acqua mediante sonda multiparametrica.

Le analisi sono state effettuate secondo il metodo della sedimentazione (Zingone *et al.*, 1990; Fonda Umani e Milani, 1990). Subcampioni significativi sono stati preparati e conteggiati sia con il metodo per la componente autotrofa sia seguendo il metodo utilizzato normalmente per la componente eterotrofa. Quest'ultima, considerando volumi maggiori di prelievo aumenta, attraverso una pre-sedimentazione, la probabilità di riscontrare specie sporadiche e rare (Milani e Cabrini, 1993).

#### **Risultati**

Da luglio a settembre, periodo di ritrovamento delle due forme (Tab. 1 e 2), la colonna d'acqua presentava una stratificazione termica estiva con valori superiori a quelli medi degli anni precedenti. La salinità invece si è mantenuta costante

lungo tutta la colonna d'acqua con valori medi superiori a quelli degli anni precedenti (Tab. 3). Infatti confrontando le medie dei mesi di presenza delle specie del 2003 con quelle del 2000, 2001 e 2002 la temperatura e la salinità raggiungono rispettivamente 24.12 °C e 38.04 nel periodo luglio-agosto (presenza di *Ceratoperidinium* cf. *yeye*) e 22.74 °C e 38.10 nel periodo agosto-settembre (presenza di *Centrodinium* sp.) (Tab. 3). Inoltre, la comparsa di *Ceratoperidinium* cf. *yeye* è seguita ad una insolita fioritura estiva di *Chaetoceros* spp. registrata nel golfo di Trieste; già Gómez e Abboud-Abi Saab (2003) avevano osservato la comparsa della specie dopo un fenomeno di fioritura a diatomee. Le massime abbondanze per *Ceratoperidinium* cf. *yeye* vengono registrate agli inizi di agosto con 256 cell L<sup>-1</sup> al fondo ed è comunque presente lungo tutta la colonna d'acqua (Tab. 1).

Tab. 1 - Presenza della specie *Ceratoperidinium* cf. *yeye* durante l'estate 2003; il conteggio è stato effettuato mediante i due metodi citati. I dati sono espressi in cell L<sup>-1</sup>.

*Ceratoperidinium* cf. *yeye* occurrence during summer 2003; counting was done by the two cited methods. Data expressed in cell L<sup>-1</sup>.

|                                          | 08 lug | 22 lug | 12 ago | 26 ago | 09 set | 24 set | 07 ott |
|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>metodo della componente AUTOTROFA</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| 0.5 m                                    | 0      | 0      | 120    | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5 m                                      | 0      | 80     | 40     | 40     | 0      | 0      | 0      |
| 10 m                                     | 0      | 120    | 120    | 80     | 0      | 0      | 0      |
| 15 m                                     | 0      | 40     | 40     | 0      | 0      | 0      | 0      |
| <b>metodo della componente ETERTROFA</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| 0.5 m                                    | 4      | 2      | 22     | 10     | 0      | 0      | 0      |
| 5 m                                      | 12     | 20     | 88     | 22     | 2      | 0      | 0      |
| 10 m                                     | 18     | 32     | 62     | 24     | 0      | 0      | 0      |
| 15 m                                     | 0      | 54     | 256    | 6      | 0      | 0      | 0      |

*Centrodinium* sp. invece, compare agli inizi di agosto e si mantiene fino ai primi di ottobre con massimi di abbondanza di 80 cell L<sup>-1</sup> ad agosto e settembre (Tab. 2).

Tab. 2 - Presenza della specie *Centrodinium* sp. durante l'estate 2003; il conteggio è stato effettuato mediante i due metodi citati. I dati sono espressi in cell L<sup>-1</sup>.

*Centrodinium* sp. occurrence during summer 2003; counting was done by the two cited methods. Data expressed in cell L<sup>-1</sup>.

|                                          | 08 lug | 22 lug | 12 ago | 26 ago | 09 set | 24 set | 07 ott |
|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>metodo della componente AUTOTROFA</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| 0.5 m                                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5 m                                      | 0      | 0      | 0      | 40     | 80     | 0      | 0      |
| 10 m                                     | 0      | 0      | 0      | 80     | 0      | 0      | 0      |
| 15 m                                     | 0      | 0      | 0      | 0      | 40     | 0      | 0      |
| <b>metodo della componente ETERTROFA</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| 0.5 m                                    | 0      | 0      | 8      | 2      | 0      | 4      | 0      |
| 5 m                                      | 0      | 0      | 16     | 10     | 8      | 8      | 6      |
| 10 m                                     | 0      | 0      | 12     | 70     | 2      | 0      | 4      |
| 15 m                                     | 0      | 2      | 40     | 28     | 8      | 0      | 0      |

Il confronto tra i dati ottenuti con i due metodi è soddisfacente per quasi tutti i campionamenti, tranne per le analisi dei campioni dell'8 luglio e del 12 agosto; in questi casi le due specie vengono rilevate solo col metodo della componente eterotrofa, rispettivamente *Ceratoperidinium* cf. *yeye* nei campioni del 8 luglio e *Centrodinium* sp. in quelli del 12 agosto (Tab. 1 e 2). Inoltre nei campioni del 12 agosto, alla quota di 15 m, i due metodi fanno registrare dati di abbondanza diversi per *Ceratoperidinium* cf. *yeye* (Tab. 1). Questa discrepanza nei dati forniti dai due metodi è dovuta alla rarità delle forme esaminate che risultano più facilmente rintracciabili nei campioni preparati secondo il metodo della componente eterotrofa.

Tab. 3 - Salinità temperature medie registrate nei due periodi di presenza delle specie nel 2003 e negli anni precedenti.

*Average values of salinity and temperature measured during the species occurrence periods in 2003 and in previous years.*

| ANNO | <i>Ceratoperidinium</i> (luglio-agosto) |                  | <i>Centrodinium</i> (agosto-settembre) |                  |
|------|-----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|
|      | Salinità (PSU)                          | Temperatura (°C) | Salinità (PSU)                         | Temperatura (°C) |
| 2000 | 36.47                                   | 23.37            | 37.55                                  | 21.70            |
| 2001 | 36.14                                   | 22.78            | 36.93                                  | 21.72            |
| 2002 | 36.91                                   | 23.17            | 37.51                                  | 22.92            |
| 2003 | 38.04                                   | 24.12            | 38.10                                  | 22.74            |

## Conclusioni

L'estensione a latitudini più settentrionali dell'areale dei due dinoflagellati osservati potrebbe essere riconducibile ad una loro introduzione attraverso diversi vettori quali acque di zavorra e/o importazione di molluschi di altre aree, oppure un cambiamento climatico che ha spinto le specie verso nord. Queste osservazioni sono purtroppo limitate alle acque costiere; mancando segnalazioni in acque aperte non è possibile definire con certezza l'habitat delle due forme in questione.

## Ringraziamenti

Si ringraziano la dott.ssa Barbara Lazzarini e la dott.ssa Daniela Fornasaro per l'appoggio scientifico e il gruppo Idrologia del LBM per i dati idrologici forniti.

## Bibliografia

- CABRINI M., BUSSANI A., CELIO M., DIANA E., MOZETIC P., PECCHIAR I., FONDA UMANI S. (2002) - Variabilità spaziale e temporale della produzione primaria nelle acque costiere del golfo di Trieste. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 366-373.
- FONDA UMANI S., MILANI L. (1990) - Microzooplankton. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera D'Alcalà M. (eds), *Metodi dell'ecologia del plancton marino*, Nova Thalassia, **11**: 251-263.

- GÓMEZ F. (2003) - Checklist of Mediterranean Free-living Dinoflagellates. *Bot. Mar.*, **46**: 215-242.
- GÓMEZ F., ABBOUD-ABI SAAB M. (2003) - Records of *Ceratoperidinium* Margalef (Dinophyceae) from the Mediterranean sea. *Vie Milieu*, **53** (1): 43-46.
- MILANI L., CABRINI M. (1993) - Methods for the evaluation of the genus *Dinophysis* (Dinophyceae). *Giorn. Bot. Ital.*, **127** (4): 852-854.
- VILIČIĆ D., MARASOVIĆ I., MIOKOVIĆ D. (2002) - Checklist of phytoplankton in the eastern Adriatic sea. *Acta Bot. Croat.*, **61**: 57-91.
- ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fito-plancton. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera D'Alcalà M. (eds), *Metodi dell'ecologia del plancton marino*, Nova Thalassia, **11**: 183-198.

C. CAROPPO, E. PRATO, F. BIANCOLINO, E. CASALINO<sup>1</sup>,  
G. CALZARETTI<sup>1</sup>, T. VERRI<sup>2</sup>, M. PASTORE

Istituto Ambiente Marino Costiero-CNR, Sezione di Taranto, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
carmela.caroppo@iamc.cnr.it

<sup>1</sup>D.F.B., Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari, Italia.

<sup>2</sup>Di.S.Te.B.A., Laboratorio di Fisiologia Generale, Università di Lecce, Italia.

## ACCRESIMENTO ED ASPETTI BIOCHIMICI DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* SOTTOPOSTO A DIETE FITOPLANCTONICHE MONOSPECIFICHE

### *GROWTH AND BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS FED WITH PHYTOPLANKTONIC MONOSPECIFIC DIETS*

#### **Abstract**

*Within a research plan aimed at the technological improvement for *Mytilus galloprovincialis* growth, the growth rate and the biochemical characterization due to monospecific phytoplanktonic diets of *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae) and *Tetraselmis suecica* (Prasinophyceae) have been evaluated. Results indicate that monospecific diets have different effects on the biochemical composition of the mussels.*

**Key-words:** *Mytilus galloprovincialis*, growth, biochemical composition, phytoplankton.

#### **Introduzione**

Studi recenti hanno rivalutato il ruolo del fitoplancton nell'alimentazione dei molluschi bivalvi, soprattutto nelle attuali pratiche di molluschicoltura in cui le microalghe costituiscono l'alimento più utilizzato sia per le larve sia per gli stadi giovanili (Brown *et al.*, 1999). I risultati presentati in questo lavoro rappresentano la fase preliminare di uno studio finalizzato all'utilizzo del fitoplancton come substrato di adsorbimento di fattori di crescita naturali e/o di sintesi. In particolare, in questa fase è stato studiato il tasso d'accrescimento e la composizione biochimica di *Mytilus galloprovincialis* alimentati con dosi monospecifiche di *Isochrysis galbana* e *Tetraselmis suecica*.

#### **Materiali e metodi**

I mitili, di lunghezza compresa tra 0,7 e 1,9 cm, sono stati raccolti a settembre 2003 dal Mar Grande di Taranto e posti ad acclimatare in laboratorio per una settimana alla temperatura di  $20,0 \pm 2,0$  °C. Sono state quindi allestite due serie di acquari a circuito chiuso, ciascuna delle quali rappresentata da tre unità contenenti ciascuna 50 individui. A ciascuna serie sono state somministrate giornalmente *I. galbana* o *T. suecica* ad una concentrazione di  $5,6 \times 10^8$  cell l<sup>-1</sup> e di  $5,0 \times 10^7$  cell l<sup>-1</sup>, rispettivamente. L'esperimento ha avuto la durata di tre mesi. Mensilmente sono state effettuate misure biometriche sugli esemplari in esame. All'inizio e al termine dell'esperimento è stato determinato il contenuto di proteine, carboidrati e lipidi totali nell'animale *in toto*. Il contenuto proteico totale è stato determinato col metodo del Biureto (Gornall *et al.*, 1949), i carboidrati totali col metodo di

Dubois *et al.* (1956) ed i lipidi col metodo di Bligh e Dyer (1959). I dati biometrici e biochimici sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) per testare le eventuali differenze tra i campioni trattati con le due microalghe, utilizzando il programma SPSS.

## Risultati

Il tasso di mortalità per tutta la durata dell'esperimento è stato contenuto (6,6%). E' da notare che, essendo stati utilizzati individui giovanili, l'accrescimento somatico non è da attribuire alle condizioni riproduttive che potrebbero invece influenzare l'utilizzazione dei nutrienti dietetici negli organismi adulti (Kreeger, 1993). Le misure biometriche non hanno rivelato differenze statisticamente significative nell'accrescimento dei mitili indotto da entrambe le specie fitoplanctoniche considerate ( $p > 0,05$ ) (Fig. 1a).

L'analisi biochimica ha evidenziato che i mitili alimentati con *T. suecica* presentano un contenuto in lipidi ( $p < 0,01$ ) e proteine ( $p < 0,001$ ) significativamente più elevato di quelli alimentati con *I. galbana* (Fig. 1b); non sono state invece riscontrate differenze significative nel contenuto in carboidrati indotte dai due tipi di dieta ( $p > 0,05$ ).

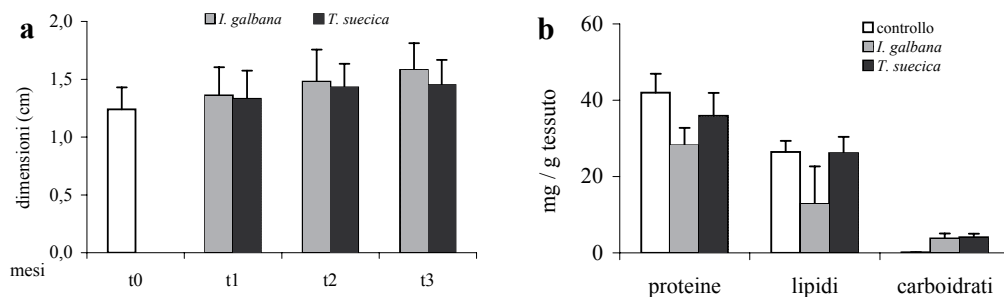


Fig. 1 - Misure biometriche (a) e contenuto in proteine, lipidi e carboidrati (b) di individui di *Mytilus galloprovincialis* alimentati con *Tetraselmis suecica* e con *Isochrysis galbana*.

*Biometry (a) and protein, lipids and carbohydrates contents (b) of Mytilus galloprovincialis fed with Isochrysis galbana and Tetraselmis suecica.*

## Conclusioni

I risultati riportati in questo lavoro confermano il valore nutrizionale delle specie fitoplanctoniche utilizzate nell'alimentazione di *M. galloprovincialis*. Infatti, pur essendo state somministrate diete monoalgali, la composizione biochimica dei molluschi in esame è comparabile a quella degli animali di controllo che, nell'ambiente naturale, dispongono di un'alimentazione più varia che favorisce il loro accrescimento (Lehane e Davenport, 2002). L'efficacia nutrizionale tuttavia è maggiormente evidente nella dieta basata su *T. suecica*, ciò non è sorprendente se si considera che il contenuto in proteine, lipidi e carboidrati in *T. suecica* è maggiore che in *I. galbana* (Albentosa *et al.*, 1996). Inoltre la velocità di assimilazione di

*T. suecica* da parte di *M. galloprovincialis* è maggiore di quella di *I. galbana* (dati non riportati). Alla luce di questi risultati possiamo ragionevolmente ritenere che delle due specie fitoplanctoniche considerate *T. suecica* potrebbe essere con successo utilizzata come “vettore” di sostanze esogene da somministrarsi ai molluschi allo scopo di favorirne lo sviluppo.

### Bibliografia

- ALBENTOSA M., PÉREZ-CAMACHO A., LABARTA U., FERNÁNDEZ-REIRIZ M.J. (1996) - Evaluation of live microalgal diets for the seed culture of *Ruditapes decussatus* using physiological and biochemical parameters. *Aquaculture*, **148**: 11-23.
- BLIGH E.G., DYER W.J. (1959) - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.
- BROWN M.R., MULÁR M., MILLER I., FARMER C., TRENNERY C. (1999) - The vitamin content of microalgae used in aquaculture. *J. Appl. Phycol.*, **11**: 247-255.
- DUBOIS M., GILLIES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F. (1956) - Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350-356.
- GORNALL A.G., BARDAWILL G.S., DAVID M.M. (1949) - Determination of serum proteins by means of the reaction biuret. *J. Biol. Chem.*, **177**: 751-766.
- KREEGER D.A. (1993) - Seasonal patterns in the utilization of dietary protein by the mussel *Mytilus trossulus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **95**: 215-232.
- LEHANE C., DAVEMPORT J. (2002) - Ingestion of mesozooplankton by three species of bivalve: *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* and *Aequipecten opercularis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **82**: 615-619.



G. CARUSO, M. MANCUSO, V. MICALE, U. MUGLIA<sup>1</sup>, P. CARBONARA<sup>2</sup>, L. GENOVESE

CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), Sezione di Messina,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.

<sup>1</sup>Dip. di Morfologia, Biochimica, Fisiologia e Produzioni Animali, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Messina, Polo Universitario Annunziata, Italia.

<sup>2</sup>COISPA Tecnologia e Ricerca, Bari, Italia.

## VALUTAZIONE DEGLI ENZIMI DIGESTIVI NELL'ONTOGENESI DEL TRATTO GASTRO-INTESTINALE DI LARVE DI *PAGELLUS ERYTHRINUS* (LINNEO, 1758)

### *EVALUATION OF DIGESTIVE ENZYMES DURING THE ONTOGENESIS OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN PAGELLUS ERYTHRINUS (LINNEO, 1758) LARVAE*

#### **Abstract**

*A quali-quantitative study of enzymes occurring during the ontogenesis of digestive tract (total proteases, pepsin, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidases A and B, amylase, lipase and elastase) was carried out in Pagellus erythrinus larvae in order to follow the digestive processes during the larval development. Enzyme levels increased with age, with changes in the relative contribution of acid and alkaline proteases that well reflected the morphological differentiation.*

**Key-words:** digestion, enzymes, *Pagellus erythrinus*, larvae.

#### **Introduzione**

Durante il primo mese di vita, il tratto gastro-intestinale delle larve subisce profonde modifiche sia morfologiche che funzionali (Sarasquete *et al.*, 1993). Tali modifiche sono generalmente associate con la secrezione di enzimi specifici e comportano inizialmente un cambiamento del comportamento nutrizionale da endogeno ad esogeno e, successivamente, il passaggio da un'alimentazione a base di prede vive ad una a base di mangimi inerti (svezzamento). L'analisi quali/quantitativa degli enzimi digestivi, correlata con l'osservazione istologica durante l'ontogenesi del tratto gastrointestinale, è di fondamentale importanza per la messa a punto di opportuni protocolli nutrizionali.

Uno studio sui primi stadi di sviluppo di *Pagellus erythrinus*, specie innovativa con una grande potenzialità nel settore produttivo, è stato condotto al fine di ampliare le conoscenze, tuttora poco disponibili, sull'allevamento larvale e l'ontogenesi dell'apparato digerente.

#### **Materiali e metodi**

Le larve sono state allevate secondo il metodo "pseudo-green water" (Papanoulakis *et al.*, 2001), introducendo nel mezzo di coltura *Isochrysis galbana* e *Tetraselmis suecica*. A partire dal giorno 3 dopo la schiusa (DAH) sono stati somministrati rotiferi (*Brachionus plicatilis*; ceppo *small*; lunghezza lorica: 129 µm), arricchiti nel contenuto in acidi grassi altamente insaturi mediante emulsioni commerciali (DHA SELCO). La somministrazione di naupli di *Artemia* arricchiti è

iniziata al giorno 28 mentre quella di alimento artificiale ( $\emptyset$  544  $\mu$ m) al giorno 35. I cambiamenti nella dieta sono stati introdotti gradualmente, con fasi di sovrapposizione. Durante l'allevamento larvale (densità iniziale: 110 larve l<sup>-1</sup>), il ricambio d'acqua era pari a 1.5 volumi giorni<sup>-1</sup>, la temperatura nell'intervallo 8.5-20 °C, il fotoperiodo naturale.

Da un *pool* di 100 larve, prelevate a digiuno, sono stati raccolti campioni del tratto digestivo, oggetto di determinazione enzimatica. Sono state selezionate 9 classi d'età: 0 giorni (alla schiusa), dopo 3, 6, 10, 17, 24, 31, 38 fino a 45 giorni dalla schiusa (days after hatching, DAH).

I campioni, diluiti in rapporto di 1:5 (peso/volume) in acqua distillata fredda (Ribeiro *et al.*, 1999) ed omogeneizzati, sono stati centrifugati a 3000 rpm  $\times$  20 minuti. L'estratto ottenuto è stato saggiato per il contenuto in proteasi totali, pepsina, tripsina, chimotripsina, carbossipeptidasi A e B, amilasi e lipasi (Caruso *et al.*, 2001). Tutti i valori sono stati infine riportati come attività specifiche (U/mg proteina), rispetto al contenuto in proteine. I dati sono stati sottoposti a Spearman test.

Per lo studio morfologico sono state condotte osservazioni istologiche a partire dal giorno 0 fino al 50°. Le larve, sacrificate con dose letale di MS-222, sono state fissate in liquido di Bouin, disidratate e incluse in paraffina e metilmetacrilato. Sezioni longitudinali e trasversali di 5  $\mu$ m sono state colorate con ematossilina/eosina ed osservate al microscopio ottico. Sono state sacrificate 10 larve da 0 al 20° giorno; 6 larve ogni 2 giorni dal 20° al 30° ed infine 6 larve ogni 3 gg dal 30 al 50° giorno.

Tab. 1 - Contenuto in enzimi digestivi (media $\pm$ deviazione standard) misurato in larve di *Pagellus erythrinus* (n=100). I valori ottenuti sono espressi in U/mg proteina per le proteasi ed in U/ml per amilasi e lipasi.

*Digestive enzymes (mean $\pm$ standard deviation) measured in Pagellus erythrinus larvae (n=100). Values obtained are expressed as U/mg protein for all proteases and U/ml for amylase and lipase.*

| Età (gg) | Pepsina         | Tripsina        | Chimotripsina   | Carbossipept. A | Carbossipept. B | Amilasi         | Lipasi          |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0        | 0.27 $\pm$ 0.00 | 0.15 $\pm$ 0.00 | 0.19 $\pm$ 0.03 | 0.06 $\pm$ 0.00 | 0.03 $\pm$ 0.00 | 0.04 $\pm$ 0.00 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 3        | 0.34 $\pm$ 0.01 | 0.16 $\pm$ 0.00 | 0.22 $\pm$ 0.01 | 0.06 $\pm$ 0.00 | 0.04 $\pm$ 0.01 | 0.06 $\pm$ 0.00 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 6        | 0.42 $\pm$ 0.01 | 0.17 $\pm$ 0.00 | 0.29 $\pm$ 0.01 | 0.07 $\pm$ 0.00 | 0.04 $\pm$ 0.03 | 0.07 $\pm$ 0.00 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 10       | 0.65 $\pm$ 0.00 | 0.19 $\pm$ 0.01 | 0.32 $\pm$ 0.04 | 0.07 $\pm$ 0.00 | 0.05 $\pm$ 0.00 | 0.15 $\pm$ 0.01 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 17       | 0.68 $\pm$ 0.01 | 0.21 $\pm$ 0.05 | 0.45 $\pm$ 0.01 | 0.08 $\pm$ 0.00 | 0.07 $\pm$ 0.00 | 0.15 $\pm$ 0.02 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 24       | 1.01 $\pm$ 0.00 | 0.21 $\pm$ 0.07 | 0.69 $\pm$ 0.01 | 0.09 $\pm$ 0.01 | 0.09 $\pm$ 0.00 | 0.17 $\pm$ 0.02 | 0.00 $\pm$ 0.00 |
| 31       | 2.11 $\pm$ 0.07 | 0.22 $\pm$ 0.01 | 0.72 $\pm$ 0.03 | 0.09 $\pm$ 0.00 | 0.09 $\pm$ 0.00 | 0.17 $\pm$ 0.00 | 7.35 $\pm$ 0.45 |
| 38       | 2.35 $\pm$ 0.01 | 0.25 $\pm$ 0.02 | 0.99 $\pm$ 0.02 | 0.13 $\pm$ 0.08 | 0.10 $\pm$ 0.01 | 0.26 $\pm$ 0.00 | 7.35 $\pm$ 0.23 |
| 45       | 2.80 $\pm$ 0.01 | 0.34 $\pm$ 0.00 | 1.78 $\pm$ 0.02 | 0.18 $\pm$ 0.01 | 0.11 $\pm$ 0.00 | 1.24 $\pm$ 0.03 | 9.80 $\pm$ 0.13 |

## Risultati

Dalla schiusa al 45° giorno le larve sono cresciute da 2.5 a 15 mm di lunghezza e da 0.07 a 2.48 g di peso. Lo sviluppo corporeo è stato affiancato dal differenziamento morfologico del tratto digerente e dei suoi organi accessori (fegato, pan-

creas e cistifellea), già evidente all'inizio dell'alimentazione esogena (3-4 DAH). La Tab. 1 riporta i valori misurati di attività enzimatiche specifiche. In larve da 0 a 17 gg è stata osservata per le proteasi totali una maggiore attività ai pH alcalini (Fig. 1). Il rilevamento in uno stadio precoce di sviluppo di un dotto pancreatico (non mostrato in Figura), attraverso il quale vengono immessi nel lume intestinale tripsina, chimotripsina, elastasi e carbossipeptidasi (enzimi attivi a pH alcalino), supporta tale risultato. Il riscontro di granuli di zimogeno a livello delle cellule pancreatiche esocrine è peraltro indicativo di una attiva funzionalità enzimatica. L'aumento dei livelli di proteasi acide osservato dal 24 al 31° giorno trova conferma nel rilevamento di ghiandole gastriche, la cui comparsa risale al 28° giorno (non mostrato in figura). Una chiara corrispondenza fra struttura morfologica e funzionalità metabolica non si riscontra invece per i lipidi, il cui assorbimento è già evidente nell'intestino anteriore a partire dal 6° giorno, mentre non si misurano a tale data quantità di lipasi rilevabili all'analisi biochimica.

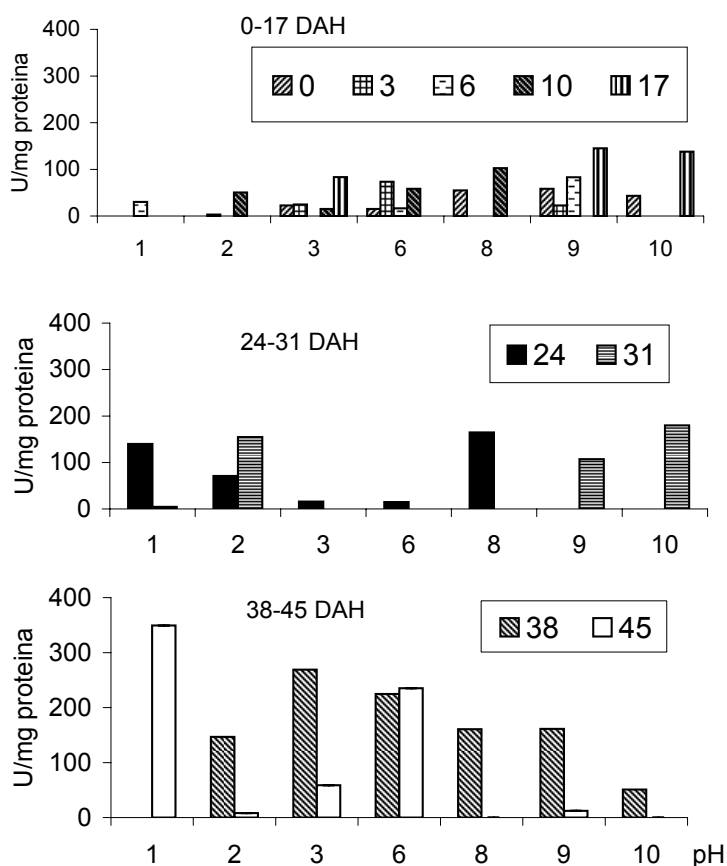


Fig. 1 - Attività proteasica totale di larve di *Pagellus erythrinus*. Valori misurati a diverso pH (1-10).  
Total proteolytic activity of *Pagellus erythrinus* larvae. Values measured in a pH range 1-10.

## Conclusioni

Lo studio ha consentito di ampliare le conoscenze sullo sviluppo del corredo enzimatico di *P. erythrinus* durante i primissimi stadi larvali. L'ampio range di enzimi, rilevato in esemplari a digiuno, suggerisce una buona capacità digestiva larvale indipendentemente dall'ingestione di cibo. L'elevato contenuto di proteasi acide, dal 24 al 31° giorno, è strettamente collegato allo sviluppo delle ghiandole gastriche sotto-mucose; livelli elevati di tripsina e chimotripsina sono stati invece osservati già nei primi stadi di sviluppo, come riportato da Lauff and Hofer (1984). Da un confronto con gli adulti della stessa specie (Caruso e Genovese, 2000) è risultato che le larve presentavano un contenuto di amilasi 4 volte più alto, mentre è risultato ridotto il contenuto di lipasi. L'aumento dei livelli enzimatici con lo sviluppo, come confermato dal test di Spearman ( $r=0.999$ ,  $P<0.01$ ) e come riscontrato in altre specie (Govoni *et al.*, 1986), può essere attribuito al pieghettamento dell'epitelio intestinale che rende disponibile una maggiore superficie per l'assorbimento dei nutrienti.

## Bibliografia

- CARUSO G., GENOVESE L. (2000) - Osservazioni sugli enzimi digestivi di differenti specie di Sparidi. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 621-623.
- CARUSO G., GENOVESE L., MICALE V., SPEDICATO M.T., MANCUSO M. (2001) - Preliminary investigation of the digestive enzymes in *Pagellus erythrinus* (Linneo 1758) larvae. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, **34**: 265-268.
- GOVONI J.J., BOEHLERT G.W., WATANABE Y. (1986) - The physiology of digestion in fish larvae. *Env. Biol. Fish.*, **16** (1-3): 59-77.
- LAUFF M., HOFER R. (1984) - Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture*, **37**: 335-346.
- PAPANDROULAKIS N., DIVANACH P., ANASTASIADIS P., KENTOURI M. (2001) - The pseudo-green water technique for intensive rearing of sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture Int.*, **9**: 205-216.
- RIBEIRO L., ZAMBONINO-INFANTE J.L., CAHU C., DINIS M.T. (1999) - Development of digestive enzymes in larvae of *Solea senegalensis* (Kaup 1858). *Aquaculture*, **179**: 465-473.
- SARASQUETE M.C., POLO A., GONZALES DE CANALES M.L. (1993) - A histochemical and immunochemical study of digestive enzymes and hormones during larval development of the sea bream, *Sparus aurata* L. *Histochem. J.*, **25**: 430-437.

Lo studio è stato condotto con contributo del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (L.N. 41/82, IV e V Piano triennale).

L. CILENTI, P. BREBER

Facoltà d'Agraria, Università degli Studi di Foggia, c/o ISMAR-CNR, Sezione Coste e Lagune,  
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.  
lucrezia.cilenti@fg.ismar.cnr.it

## *TAPES DECUSSATUS* SUPERA *T. PHILIPPINARUM* IN LAGUNA DI VARANO

### *TAPES DECUSSATUS SURPASSES T. PHILIPPINARUM* *IN VARANO LAGOON (S. ITALY)*

#### **Abstract**

*The growth rates of Tapes decussatus (Mollusca; Bivalvia) and T. philippinarum farmed in Varano lagoon (S. Italy) are compared. Two adjacent areas were sown in March 2003 with 16 mm T. decussatus seed and 20 mm T. philippinarum seed respectively, at a density of 1000 ind./m<sup>2</sup>. By October 2003 the mean size of T. decussatus was 28 mm whereas T. philippinarum showed practically no growth, registering only 21 mm. The cause for the scant performance of this latter species is perhaps due to its preference for colder waters.*

**Key-words:** clam culture, Varano lagoon, Tapes decussatus, Tapes philippinarum.

#### **Introduzione**

Vengono presentati i primi risultati di una prova di allevamento in parallelo di *Tapes decussatus* e *T. philippinarum* effettuata in laguna di Varano (Foggia). Il progetto è mirato a sviluppare l'economia locale. *T. philippinarum* mantiene un buon mercato pur con le abbondanti produzioni dell'alto Adriatico, ma più interessante è *T. decussatus* in quanto viene pagato almeno due volte di più della prima. *T. decussatus* selvatico è raro a Varano mentre *T. philippinarum*, pur essendo stata immesso a varie riprese in passato, non dimostra di essersi acclimatato permanentemente in questa laguna.

#### **Materiali e metodi**

La prova è stata organizzata allestendo due parchi separati ma vicini presso la sponda nord di Varano. Il sito è stato scelto tenendo presente l'autoecologia delle due specie: sedimento sabbioso-fangoso, 0,7 m di batimetria, buon movimento laminare d'acqua (Korringa 1976; Breber, 1985, 1996). Il seme, fornito da uno schiuditoio, misurava 16 mm in *T. decussatus* e 20 mm in *T. philippinarum*. E' stato messo a dimora a novembre 2002 ad una densità di 1000 ind./m<sup>2</sup>. Il metodo per valutare l'esito dell'allevamento pilota è quello di misurare il tempo richiesto dai bivalvi per raggiungere la taglia commerciale ottimale (35 mm), e quante perdite si registrano in questo lasso di tempo. Ogni quindici giorni sono stati eseguiti dei controlli costituiti dalla misurazione della taglia (lunghezza mm) di 20 esemplari ogni volta diversi, notando eventuali valve vuote. Contemporaneamente, sono stati rilevati quei parametri ambientali ritenuti significativi: temperatura dell'acqua, salinità, potenziale redox del sedimento superficiale, fitoplancton e diatomee pennate bentoniche (Breber, 1996).

## Risultati e conclusioni

Dai risultati (Tab. 1) del primo anno è emerso che il tasso d'accrescimento di *T. decussatus* è stato nettamente superiore a quello di *T. philippinarum*: la prima specie ha raggiunto una taglia di 28 mm mentre la seconda è risultata praticamente ferma a 21 mm. Questi primi dati suggeriscono che *T. philippinarum* mostrerebbe una forte vitalità solo nelle condizioni ambientali delle lagune dell'alto Adriatico (Breber, 1991). Una prima ipotesi di spiegazione sarebbe nel differente regime termico tra le lagune del basso e dell'alto Adriatico: si ritiene che la specie alloctona preferisca temperature più basse (Breber, 1980; Maitre-Allain, 1983). Le perdite in questo primo anno sono state stimate in 10%. La prova continuerà fino al raggiungimento della taglia media di 35 mm.

Tab. 1 - Lunghezze medie (m) e relative deviazioni standard (s) di campioni quindicinali di *T. decussatus* e *T. philippinarum* in laguna di Varano dal 20/11/2002 al 24/10/2003.

*Mean lengths (m) and relative standard deviations (s) of fortnightly samples of T. decussatus and T. philippinarum in Varano lagoon from 20/11/2002 to 24/10/2003.*

| <i>Tapes decussatus</i> |        |   | <i>Tapes philippinarum</i> |   |
|-------------------------|--------|---|----------------------------|---|
| data                    | m (mm) | s | m (mm)                     | s |
| 20/11/2002              | 16     | 2 | 20                         | 2 |
| 15/01/2003              | 15     | 2 | 20                         | 2 |
| 18/03/2003              | 16     | 2 | 21                         | 2 |
| 12/04/2003              | 18     | 2 | 22                         | 2 |
| 18/04/2003              | 18     | 2 | 23                         | 2 |
| 10/06/2003              | 21     | 2 | 21                         | 2 |
| 27/06/2003              | 23     | 2 | 23                         | 2 |
| 18/07/2003              | 23     | 2 | 21                         | 2 |
| 04/08/2003              | 25     | 2 | 21                         | 2 |
| 20/08/2003              | 27     | 2 | 21                         | 2 |
| 12/09/2003              | 28     | 3 | 22                         | 2 |
| 03/10/2003              | 28     | 3 | 21                         | 2 |
| 34/10/2003              | 28     | 2 | 21                         | 2 |

## Bibliografia

- BREBER P. (1980) - Annual gonadal cycle in the carpet-shell clam *Venerupis decussata* in Venice Lagoon, Italy. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, **70** (1): 31-35.
- BREBER P. (1985) - On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.)): two-years' experience in Venice lagoon. *Aquaculture*, **44**: 51-56.
- BREBER P. (1991) - Esperienza di allevamento in Italia della vongola verace del Pacifico (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve) syn. (*Tapes semidecussatus* Reeve). *Rivista Italiana di Acquacoltura*, **26** (1): 11-17.
- BREBER P. (1996) - *L'Allevamento della vongola verace in Italia*. CLEUP, Padova: 157 pp.
- KORRINGA P. (1976) - *Farming marine organisms low in the food chain*. Elsevier, Amsterdam: 243-259.
- MAITRE-ALLAIN T. (1983) - *Suivi d'un essai de repeuplement de palourdes dans l'Etang de Thau (Hérault): croissance, mortalité, reproduction*. Thèse, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6: 136 pp.

A. CORATO, L. FASOLATO, S. TENTI, C. ELIA, S. SEGATO

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Padova,  
Viale dell'Università, 16 - 35020 Legnaro (PD), Italia.

## VALUTAZIONE DEL PROFILO AMINOACIDICO CORPOREO IN OMBRINE (*UMBRINA CIRROSA* L.) ALIMENTATE CON DIETE A DIVERSO RAPPORTO LIPIDI/CARBOIDRATI

### *EVALUATION OF WHOLE BODY AMINOACIDIC PROFILE IN SHI DRUM (UMBRINA CIRROSA L.) FED WITH DIFFERENT DIETARY LIPIDS/CARBOHYDRATES RATIO*

#### **Abstract**

*The objective of the study was to determine by HPLC whole body amino acid compositions of shi drum after a 4 months long feeding period according with two lipid/carbohydrate ratio (EE/NFE): 1.0 vs 1.5. Total and essential AA amount were found significantly higher in EE/NFE 1.0 fed fish as well as LYS and LEU content resulting in an higher crude protein retention. Results suggest that low dietary EE/NFE ratio increases protein feed efficiency by reduction of catabolic oxidation of almost two essential amino acid.*

**Key-words:** *Umbrina cirrosa, carbohydrates, amino acids.*

#### **Introduzione**

La determinazione del contenuto di aminoacidi (AA) del corpo intero del pesce permette di stimarne i fabbisogni durante una specifica fase di accrescimento. Il profilo degli AA corporali è relativamente costante in tutti i teleostei (Kaushik, 1998) ed è generalmente poco influenzato dai componenti non azotati della dieta (Guillame *et al.*, 1999). L'ombrina è una specie di recente introduzione nell'allevamento intensivo di cui sono conosciuti solo approssimativamente i fabbisogni nutrizionali (Corato *et al.*, 2003) e non sono disponibili in letteratura dati relativi a quelli in AA. Questa sperimentazione si è prefissa lo scopo di valutare il contenuto in aminoacidi del corpo intero di ombrine subadulte alimentate con diete a diverso contenuto di carboidrati.

#### **Materiali e metodi**

Ottocento ombrine del peso medio di  $83 \pm 25$  g sono state allevate per 4 mesi (5 lug.-5 nov.) in 4 vasche emisferiche di  $4.5 \text{ m}^3$  con ricircolo d'acqua di valle. I pesci sono stati alimentati (2%/d PV) con due diete estruse isoproteiche ed isoe-nergetiche con un rapporto lipidi su carboidrati (estratto etereo su estrattivi in azotati: EE/EI) pari a 1.0 e 1.5. Campioni di diete sono stati macinati e analizzati per la composizione centesimale: sostanza secca ( $105^\circ\text{C}$  per 24 h), proteina grezza (N-Kjeldhal $\times 6.25$ ), EE (Soxhlet, etere dietilico), fibra grezza (Ankom), ceneri (muffola a  $550^\circ\text{C}$ ); gli EI sono stati calcolati come complemento a 100 e l'energia lorda calcolata adottando i seguenti coefficienti (MJ/kg ss): PG 23.6, EE 38.9, EI 16.7 (Tab. 1). A fine prova, previa macinazione, liofilizzazione e sgrassatura, campioni di diete (n=4) e di pesci interi (n=12; peso finale: EE/EI 1.0=401.1 g, EE/EI 1.5=374.2 g) sono stati analizzati per il contenuto di AA, mediante derivatizza-



zione in pre-colonna (Bidlingmeyer *et al.*, 1984) e impiegando un HPLC Shimadzu 10-Avp e colonna C-18 di 3.9×150 mm. I campioni sono stati idrolizzati con acido 4M-metansulfonico (Puchala *et al.*, 1994) per 12 ore a 120 °C, filtrati (0.45 µm), ripresi con HCl, derivatizzati con carbammati includendo *standard* interni e infine analizzati con HPLC. L'effetto del rapporto EE/EI delle diete sul contenuto in AA del pesce intero è stato valutato mediante ANOVA adottando un disegno sperimentale lineare monofattoriale (2 ripetizioni/tesi).

Tab. 1 - Formulazione (g/kg t.q.), composizione centesimale (% s.s.) ed energia lorda delle diete sperimentali.

*Ingredient (g/kg w.w.), proximate composition (% DM) and gross energy (MJ/kg DM) of experimental diets.*

| FORMULAZIONE       | EE/EI 1.0 | EE/EI 1.5 | COMPOSIZIONE CENTESIMALE      | EE/EI 1.0 | EE/EI 1.5 |
|--------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Farina di pesce    | 475       | 480       | Proteina grezza (PG)          | 46.5      | 46.2      |
| Olio di pesce      | 165       | 205       | Estratto etero (EE)           | 21.7      | 26.5      |
| Farina di soia     | 160       | 155       | Estrattivi inazotati (EI)     | 21.4      | 17.1      |
| Derivati del grano | 180       | 140       | Ceneri                        | 10.0      | 9.9       |
| Vitamine-minerali  | 20        | 20        | Energia lorda (EL, MJ/kg s.s) | 23.0      | 24.0      |

## Risultati e conclusioni

La determinazione del contenuto in AA delle diete ha fatto rilevare come le due tesi alimentari fossero da considerarsi come isoaminoacidiche (Tab. 2). Le ombrine alimentate con la dieta EE/EI 1.0 hanno presentato un valore di PG del pesce intero superiore rispetto a quelle della tesi EE/EI 1.5 (52.3 *vs* 49.9% s.s.;  $P<0.05$ ). Sono risultati significativamente superiori nella tesi EE/EI 1.0 anche il totale degli AA rilevati (45.9 *vs* 42.9% s.s.;  $P<0.05$ ) e il totale degli AA essenziali (22.4 *vs* 19.8% s.s.;  $P<0.1$ ). I profili aminoacidici dei pesci interi non sono risultati significativamente differenti tra le due tesi, con l'eccezione di un maggior contenuto di lisina (4.1 *vs* 3.5% s.s.;  $P<0.05$ ) e leucina (3.6 *vs* 2.8% s.s.;  $P<0.05$ ) nelle ombrine alimentate con la dieta EE/EI 1.0. Un maggior apporto di carboidrati in sostituzione dei lipidi alimentari sembra tradursi in un relativo aumento della deposizione di almeno due AA essenziali che spiegherebbe i significativi maggiori tenori di PG e di AA totali osservati nei pesci della tesi EE/EI 1.0. Quindi ombrine alimentate con la dieta a minor rapporto EE/EI hanno presentato una maggiore efficienza nella deposizione corporea degli aminoacidi essenziali, dato confermato da un superiore coefficiente di ritenzione proteica (30.8 *vs* 27.8%;  $P<0.1$ ). In particolare, riveste una notevole valenza la maggiore efficienza nell'utilizzo della lisina alimentare, considerato il principale AA limitante in acquacoltura (Guillame *et al.*, 1999). Tuttavia, la diversa fonte energetica alimentare delle tesi sembra aver influenzato solo il metabolismo proteico, in quanto il contenuto lipidico del filetto e l'indice epatosomatico dei pesci sono risultati invariati (Segato *et al.*, 2005). In generale, il profilo aminoacidico delle ombrine non si discosta particolarmente da quello rilevato su branzino e orata (Kaushik, 1998). I profili aminoacidici delle diete sono simili a quelli del pesce intero, dato atteso poiché la principale fonte

proteica è la farina di pesce. La “proteina ideale” per l'alimentazione dell'ombrina è quindi probabilmente sovrapponibile a quella di altri pesci marini allevati e si conferma come le diete formulate in base ai fabbisogni aminoacidici di branzino e orata siano convenientemente utilizzabili in ombrina, privilegiando quelle con un rapporto EE/EI compreso tra 1.0 e 0.7 (Corato *et al.*, 2003).

Tab. 2 - Contenuto in AA (escluso triptofano) delle due diete (media $\pm$ d.s.) ed effetto del rapporto alimentare EE/EI sul contenuto di AA del pesce intero (% s.s.).

*Amino acid composition (except for tryptophan) of diets (mean $\pm$ s.d.) and effect of dietary EE/NFE ratio on whole body AA contents (% D.M.).*

| TESI ALIMENTARE (EE/EI)             | DIETA          |                | PESCE INTERO |      | P  | ESM |
|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------|------|----|-----|
|                                     | 1.0            | 1.5            | 1.0          | 1.5  |    |     |
| ASPARAGINA (ASP)                    | 3.9 $\pm$ 0.1  | 3.8 $\pm$ 0.1  | 4.1          | 4.3  | ns | 0.1 |
| SERINA (SER)                        | 2.0 $\pm$ 0.1  | 1.9 $\pm$ 0.1  | 2.0          | 1.9  | ns | 0.1 |
| GLUCINA (GLU)                       | 6.9 $\pm$ 0.1  | 6.8 $\pm$ 0.3  | 6.7          | 6.8  | ns | 0.2 |
| GLICINA (GLY)                       | 2.6 $\pm$ 0.1  | 2.6 $\pm$ 0.1  | 3.3          | 3.3  | ns | 0.1 |
| ISTIDINA (HIS)                      | 1.5 $\pm$ 0.1  | 1.4 $\pm$ 0.1  | 1.2          | 1.1  | ns | 0.1 |
| ARGININA (ARG)                      | 3.2 $\pm$ 0.1  | 3.2 $\pm$ 0.1  | 3.5          | 3.3  | ns | 0.1 |
| TREONINA (THR)                      | 2.0 $\pm$ 0.1  | 2.0 $\pm$ 0.1  | 2.2          | 2.1  | ns | 0.1 |
| ALANINA (ALA)                       | 2.8 $\pm$ 0.1  | 2.8 $\pm$ 0.1  | 3.0          | 2.9  | ns | 0.2 |
| PROLINA (PRO)                       | 2.1 $\pm$ 0.1  | 2.1 $\pm$ 0.1  | 2.2          | 2.2  | ns | 0.1 |
| CISTEINA (CYS)                      | 0.4 $\pm$ 0.1  | 0.4 $\pm$ 0.1  | 0.5          | 0.4  | ns | 0.1 |
| TIROSINA (TYR)                      | 1.8 $\pm$ 0.1  | 1.7 $\pm$ 0.1  | 1.7          | 1.7  | ns | 0.1 |
| VALINA (VAL)                        | 2.4 $\pm$ 0.1  | 2.3 $\pm$ 0.1  | 2.4          | 2.2  | ns | 0.1 |
| METIONINA (MET)                     | 1.0 $\pm$ 0.1  | 0.9 $\pm$ 0.1  | 1.3          | 1.1  | ns | 0.1 |
| LISINA (LYS)                        | 3.4 $\pm$ 0.1  | 3.4 $\pm$ 0.1  | 4.1          | 3.5  | *  | 0.1 |
| ISOLEUCINA (ILE)                    | 2.1 $\pm$ 0.1  | 2.0 $\pm$ 0.1  | 2.1          | 1.9  | ns | 0.1 |
| LEUCINA (LEU)                       | 3.8 $\pm$ 0.2  | 3.8 $\pm$ 0.2  | 3.6          | 2.8  | *  | 0.2 |
| FENILALANINA (PHE)                  | 2.2 $\pm$ 0.1  | 2.1 $\pm$ 0.1  | 2.0          | 1.8  | ns | 0.1 |
| TOTALE AA (% s.s.)                  | 44.0 $\pm$ 0.3 | 43.3 $\pm$ 0.3 | 45.9         | 42.9 | *  | 0.2 |
| AA essenziali (% s.s.) <sup>a</sup> | 21.5 $\pm$ 0.1 | 21.1 $\pm$ 0.1 | 22.4         | 19.8 | †  | 0.3 |
| Proteina grezza (% s.s.)            | 47.6 $\pm$ 1.6 | 47.1 $\pm$ 1.0 | 52.3         | 49.9 | *  | 0.2 |

<sup>a</sup> somma di, <sup>c</sup> *sum of*: HIS, ARG, THR, VAL, MET, LYS, ILE, LEU, PHE – ns: P>0.1; †: P<0.1; \*: P<0.05

A prescindere dalla mancanza di dati sul bilancio dei nutrienti azotati, si può concludere che in ombrina diete a maggior tenore in carboidrati sembrano aumentare l'utilizzo a fini plastici della proteina alimentare, limitando l'ossidazione di almeno due AA essenziali.

**Bibliografia**

- BIDLINGMEYER B.A., COHEN S.A., TARVIN T.L. (1984) - Rapid analysis of amino acids using pre-column derivatization. *Journal of Chromatography*, **336**: 93-104.
- CORATO A., FASOLATO L., ELIA C., SEGATO S. (2003) - Allevamento di ombrina in vallicoltura integrata. *Atti Convegno Nazionale "Allevamenti alternativi e valorizzazione del territorio"*: 109-117.
- GUILLAME J., KAUSHIK S., BERGOT P., METAILLER R. (1999) - *Nutrition et alimentation des poisson et crustacés*. INRA.
- KAUSHIK (1998) - Whole body amino acid composition of European seabass (*Dicentrarchus labrax*), gilthead seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Psetta maxima*) with an estimation of their IAA requirement profile. *Aquat. Living Resour.*, **11**: 355-358.
- PUCHALA R., PIOR H., VON KEYSERLINGK M., SHELFORD J.A., BAREJ W. (1994) - Determination of methionine sulfoxide in biological materials using HPLC and its degradability in the rumen of cattle. *Ani. Feed Sci. and Tech.*, **48**: 121-130.
- SEGATO S., LOPARELLI R.M., BORGONI N., ZANELLA L., CORATO A., ANDRIGHETTO I. (2005) - Effect of dietary crude fat to NFE ratio on growth, feed efficiency and quality traits in juvenile shi drum (*Umbrina cirrosa*). *Options Méditerranéennes*. (In press).

Ricerca finanziata dal MiPAF nell'ambito del V Piano triennale per la pesca e l'acquacoltura.

I. CORSI, A. IACocca, G. CORRIERO<sup>1</sup>, C. NONNIS MARZANO<sup>1</sup>, A. GIANGRANDE<sup>2</sup>,  
L. TRIANNI<sup>2</sup>, S. FOCARDI

Department of Environmental Sciences, University of Siena, Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italy.

<sup>1</sup>Department of Zoology, University of Bari, Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italy.

<sup>2</sup>Department of Biological and Environmental Science and Technology, University of Lecce,  
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.

## PROMISING EXTRACTIVE SPECIES FOR INTEGRATED MARICULTURE SYSTEMS: PRELIMINARY RESULTS ON THEIR RESISTANCE TO ORGANOPHOSPHATE INSECTICIDES EXPOSURE

### *NUOVE SPECIE DI FILTRATORI IN SISTEMI DI POLICOLTURA INTEGRATA: RISULTATI PRELIMINARI SULLA RESISTENZA ALL'ESPOSIZIONE AD INSETTICIDI ORGANOFOSFATI*

#### **Abstract**

Recent contradictory findings about the benefits of including extractive species (i.e. bivalves) in open sea culture systems suggest that other aspects of co-cultivation including the resistance to drugs and pesticides should be investigated. ChE enzymes extraction from whole specimens of mussel, sponge and fan-worm was performed and selective ChE inhibitors plus three organophosphate insecticides were tested and the resulting  $IC_{50}$  calculated. Preliminary results suggest the suitability of these organisms as extractive species in integrated mariculture.

**Key-words:** marine aquaculture, cholinesterase inhibitors, insecticides, invertebrates.

#### **Introduction**

Integrated mariculture may play an important role in the future development and long-term sustainability of caged-open water systems. Analyzing recent contradictory findings on the benefits of including extractive species (i.e. bivalves) in open sea culture systems, it becomes clear that other aspects of co-cultivation including resistance to drugs and pesticides used against fish disease and pest control, should be investigated. Three Mediterranean filter-feeders, the common mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), the sponge *Spongia officinalis* var. *adriatica* (L.) and the polychaete sabellid *Sabella spallanzanii* (Gmelin) (fan-worm) were investigated for their resistance to OP insecticides by measuring the activity of cholinesterases (ChEs), enzymes mainly involved in cholinergic transmission and commonly inhibited by these chemicals.

#### **Materials and methods**

ChE were extracted from whole specimens of mussel, sponge and fan-worm (10 pools each species) by adding 1/10 w/v of buffer 20 mM Tris-HCl, pH 7.4, 5 mM  $MgCl_2$ , 0.1 mgml<sup>-1</sup> bacitracin and  $8 \times 10^{-3}$  TIU aprotinin plus 1% Triton X-100 to thawed tissue. Crude homogenates were obtained using a Potter-Elvehjem Teflon homogeniser, centrifuging at  $9,000 \times g$  for 20 min and recovering the super-

nant. ChE activity was assayed at 30 °C by the method of Ellman *et al.* (1961) and using acetylthiocholine iodide (ASCh), butyrylthiocholine iodide (BSCh) and propionylthiocholine iodide (PrSch) as substrates. In a 96 well-plate with ASCh (1  $\mu$ M) as substrate, selective ChE inhibitors [tetra(monoisopropyl)pyrophosphor-tetramide (iso-OMPA) for butyrylcholinesterase and 1,5-bis (4-allyldimethylammoniumphenyl)-pentan-3-one dibromide (BW284c51) for acetylcholinesterase] were tested at a fixed concentration of 3 mM while three organophosphate (OP) insecticides [diisopropyl fluorophosphate (DFP), fenitrothion and azamethiphos, the latter used in fish farms for sea lice control], were tested at  $10^{-9}$  to  $10^{-3}$  M and the resulting  $IC_{50}$  calculated.

## Results

Crude tissue homogenates of the three species showed measurable cholinesterase activity with different sensitivities to substrates. All substrates were hydrolyzed with activities in the following order ASCh>PrSch>BSCh in sponge and mussel homogenates, whereas fan-worm homogenates were not active to BSCh and only hydrolyzed ASCh and PrSch (ASCh>PrSch). Regarding sensitivity to specific ChE inhibitors, little cross inhibition was observed in all species exposed to iso-OMPA and in sponges exposed to BW248c51 which, on the contrary, considerably inhibited both mussel and fan-worm activities (50% and 70% inhibition). This peculiar behaviour of ChE activities in mussel and fan-worm towards specific inhibitors suggests that detectable BChE activity was not present in these preparations and that ChE activity in crude homogenates might have characteristics typical of classical acetylcholinesterase, mainly involved in nerve transmission (Talesa *et al.*, 1997; Brown *et al.*, 2004). The parallel poor sensitivity of sponges to both ChE inhibitors suggest that since Porifera lack a nervous system and sense organs, choline esters might be hydrolyzed by a particular esterase form, with no cholinergic role (Talesa *et al.*, 1996).

Tab. 1 -  $IC_{50}$  values calculated for OPs in the range of  $10^{-9}$ - $10^{-3}$  M using ASCh (1 mM) as substrate.

Valori  $IC_{50}$  calcolati per gli OP nel range  $10^{-9}$ - $10^{-3}$  M utilizzando ASCh (1 mM) come substrato.

|              | Sponge<br><i>Spongia officinalis</i> | Fan-worm<br><i>Sabella spallanzanii</i> | Mussel<br><i>Mytilus galloprovincialis</i> |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| DFP          | $10^{-8}$                            | $10^{-4}$                               | $10^{-3}$                                  |
| Azamethiphos | $10^{-8}$                            | $10^{-4}$                               | $10^{-4}$                                  |
| Fenitrothion | $10^{-9}$                            | $10^{-2}$                               | $10^{-4}$                                  |

The *in vitro* exposure to OP insecticides DFP and fenitrothion as well as to biocide azamethiphos again showed very different sensitivity in mussels and fan-worms with respect to sponges.  $IC_{50}$  values (Tab. 1) show that ChE activities (versus ASCh) of the mussel and fan-worm were much more resistant to OPs than ChE activities of the sponge which was strongly inhibited even at low concentra-

tions ( $10^{-9}$ - $10^{-8}$  M). However, this high sensitivity might not have any toxicological implications for the sponge, since the esterase form may not have a cholinergic role. At the same time, the low sensitivity of ChEs of the mussel and fan-worm suggests that these filter feeders are resistant to OPs especially to azamethiphos, which is widely used in fish farms.

## Conclusions

These findings are in agreement with the documented presence of OP-resistant forms in bivalve molluscs, confirming the suitability of these organisms in integrated caged-open water systems (Talesa *et al.*, 2002).

The advantage of combining the resistance to OP insecticides exposure with the extractive properties of *S. officinalis* and *S. spallanzanii* in retaining bacteria (Giangrande *et al.*, 2005; Corriero *et al.*, unpublished data) and in assimilating particulates and pseudofaeces (*S. spallanzanii*) (Giangrande *et al.*, 2004) strongly supports their application in integrated mariculture systems as promising extractive species.

## Acknowledgements

The authors wish to thank Dr G. Lembo, Dr M. Spedicato and the COISPA staff (Torre a Mare, Bari) for providing scientific and logistic support during this work.

## References

- BROWN M., DAVIES I.M., MOFFAT C.F., RESHAW J., CRAFT J.A. (2004) - Characterization of choline esterases and their tissue and sub-cellular distribution in mussel (*Mytilus edulis*). *Mar. Environ. Res.*, **57**: 155-169.
- GIANGRANDE A., CAVALLO A., LICCIANO M., MOLA E., PIERRI C., TRIANNI L. (2005) - Utilization of the filter feeder polychaete *Sabella spallanzanii* as bioremediator in aquaculture. *Aquacul. Intern.* (in press).
- ELLMAN G.L., COURTNEY K.O., ANDERS J.R., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- TALESA V., ROMANI R., ROSI G., GIOVANNINI E. (1996) - Presence of an Acetylcholinesterase in the cnidarian *Actinia equina* (Anthozoa: Actiniaria) and of the thiocholine esterhydrolyzing esterase in the sponge *Spongia officinalis* (Demospongiae: Keratosa). *J. Exp. Zool.*, **276**: 102-111.
- TALESA V., ROMANI R., ROSI G., GIOVANNINI E. (1997) - Acetylcholinesterase in *Spirographis spallanzanii* (Polychaeta: Sedentaria): presence of two dimeric membrane-bound forms. *Biochimie*, **79**: 397-405.
- TALESA V., ROMANI R., ANTOGNELLI C., GIOVANNINI E., ROSI G. (2002) - Different expression of organophosphate-resistant Acetylcholinesterases in the bivalve mollusk *Scapharca inaequivalvis* living in three different habitats. *Environ. Toxicol. Chem.*, **21**: 102-108.

This paper was financially supported by POR Regione Puglia 2000/2006 in the framework of BIOIMPACT project: "Pilot study for the diversification of mariculture production and the reduction of environmental impact".

L. FASOLATO<sup>1</sup>, A. CORATO<sup>1</sup>, S. SEGATO<sup>1</sup>, M.C. BUOSO<sup>2</sup>, M. DE POLI<sup>2</sup>,  
D. CECCATO<sup>2,3</sup>, G. MOSCHINI<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Dip. di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Padova,  
Viale dell'Università, 16 – 35020 Legnaro (PD), Italia.

<sup>2</sup>I.N.F.N., Laboratori Nazionali di Legnaro, Viale dell'Università, 2 – 35020 Legnaro (PD), Italia.

<sup>3</sup>Dip. di Fisica, Università degli Studi di Padova, Via Marzolo, 8 – Padova, Italia.

## DETERMINAZIONE DEGLI ELEMENTI MINERALI IN PESCI MARINI ALLEVATI NEL NORD ADRIATICO

### *DETECTION OF MINERAL ELEMENTS IN REARED MARINE FISH ON NORTH ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*This study aimed at evaluating mineral elements content in two reared species of marine fish. Flesh samples of shi drum (*Umbrina cirrosa*) from ponds and off-shore European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) were analysed by PIXE (Particle Induced X-Ray Emission) technique. Regarding both species, results showed a high nutritional value and a large variation intra-species probably due to genetic differences. The amount of heavy metals (Pb and Hg: <0.1 ppm) and metalloids (As ≤1 ppm) were lower than those detected in the same wild fish species. Thus, environmental and feeding condition did not affect food security.*

**Key-words:** *marine aquaculture, aquaculture products, chemical elements, fish filets.*

#### **Introduzione**

Gli organismi acquatici, a differenza di quelli terrestri, sono in grado di assumere macroelementi (Na, Cl, K, Ca) e oligoelementi (Fe, Zn, Mn, Mg, Cu, I, Co) sia dalla dieta somministrata sia dall'ambiente esterno. I pesci marini, inoltre, vivendo in acque iperosmotiche soddisfano più efficacemente i loro fabbisogni in minerali rispetto alle specie dulciacquicole. In allevamento è necessario quindi porre attenzione agli apporti minerali derivati dall'alimento, ma al contempo considerare anche le caratteristiche chimiche delle acque utilizzate. In generale, per fabbisogno minerale si intende il quantitativo di ciascun elemento che permetta un ottimale deposito dello stesso nei tessuti dell'animale senza considerare gli apporti forniti dall'acqua. Per taluni elementi tossici di origine alimentare ed ambientale (Hg, Ni, As, Cd, Pb) sono inoltre evidenti fenomeni di biomagnificazione e di accumulazione anche nelle specie di allevamento che possono essere utilizzate come organismi indicatori della presenza dei tossici nell'ambiente (Savorelli *et al.*, 2003). Risulta quindi necessario indagare il contenuto in elementi nelle carni dei pesci, al fine di monitorare le condizioni igienico-sanitarie e la qualità nutrizionale del prodotto edibile. Allo scopo di una caratterizzazione della qualità e della salubrità del prodotto di allevamento, il presente studio ha rilevato il contenuto in elementi minerali mediante tecnica *Particle Induced X-Ray Emission* (PIXE) in filetti di branzini (*Dicentrarchus labrax*) e di ombrine (*Umbrina cirrosa*) allevati in impianti dell'Alto Adriatico.

#### **Materiali e metodi**

Da un impianto di maricoltura sito nel golfo di Trieste, nel luglio 2001 sono stati prelevati 12 branzini ( $302 \pm 29$  g) di due anni di età; 12 ombrine ( $245 \pm 25$  g)



di 15 mesi di età sono state, invece, allevate fino al settembre 2001 in vasche a terra alimentate con acqua di valle (Biotopo Bonello, Porto Tolle, RO). I pesci sono stati alimentati con diete complete estruse simili per profilo nutrizionale, che differivano esclusivamente per il rapporto proteina grezza/estratto etereo in relazione alla taglia dei pesci. A 6 ore *post mortem*, gli esemplari sono stati eviscerati e sezionati, con strumenti in materiale plastico, al fine di ricavare il filetto privo di cute e quindi costituito dalla sola massa muscolare. La porzione edibile così ottenuta è stata macinata e quindi liofilizzata per la determinazione della composizione centesimale (AOAC, 2000). Per la ricerca degli elementi minerali, i campioni liofilizzati e omogeneizzati sono stati sigillati in buste di plastica per evitare contaminazioni. Presso i Laboratori Nazionali di Fisica Nucleare (Legnaro, PD) dai campioni sono state prelevate aliquote da 180 mg per preparare pasticche (pellet) utilizzando una pressa da 15 t. Le pellets, opportunamente ricoperte da uno strato di carbonio di 5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , sono state bombardate con un fascio di protoni accelerati. L'analisi elementale è stata effettuata utilizzando la tecnica PIXE che consiste nell'analizzare i raggi X caratteristici emessi dagli elementi contenuti nel campione. I raggi X sono stati rivelati utilizzando un rivelatore al Si(Li) di 80 mm<sup>2</sup> con una risoluzione (FWHM) di 160 eV a 5.9 keV. I segnali elettronici provenienti dal rivelatore sono stati processati con una catena elettronica standard ed un multicanale interfacciato a calcolatore per il salvataggio e l'analisi degli spettri energetici raccolti. Gli spettri energetici sono stati analizzati con il codice GUPIX per ricavare le concentrazioni degli elementi espressa in ppm sulla sostanza secca. I dati non sono stati sottoposti ad analisi della varianza per testare l'effetto specie poiché età dell'animale e localizzazione di allevamento differivano notevolmente.

## Risultati e conclusioni

In Tab. 1 sono riportati i dati relativi a umidità, ceneri, macroelementi e oligoelementi riscontrati nel filetto. Il tenore e i rapporti tra i macrocostituenti risultano simili nelle due specie indagate, dai valori si evidenzia un rilevante effetto animale (elevate deviazioni standard). Il contenuto in Ca, P, K delle ombrine è simile a quanto rilevato in *Sciaena umbra* (uno scienide affine) da cattura; per quanto concerne il branzino, i valori riportati di Ca e P risultano intermedi tra il prodotto di cattura e quello d'allevamento sfilettato (INRAN, 2000). Il contenuto di alcuni macroelementi (Ca e P) e microelementi (Cu, Fe, Zn, Mg) si attesta su valori compresi entro i *range* riportati per le carni di altri teleostei marini del Mediterraneo (Martínez-Valverde *et al.*, 2000). Per alcuni metalli tossici ricercati (Pb, Hg) la concentrazione è risultata inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (<0,1 ppm p.s.), individuando un adeguato livello di salubrità delle carni delle due specie ittiche allevate se riferito ai limiti di legge vigenti in Italia per tali contaminanti. Questi elementi, difatti, possono derivare da fonti di inquinamento ambientale ed alimentare e tendono ad accumularsi nella muscolatura e negli organi degli animali acquatici. Nell'area dell'Alto Adriatico tali considerazioni devono essere tenute presenti visto il potenziale rischio del sito a varie contaminazioni derivanti dalle attività antropiche (Segato *et al.*, 2005). I quantitativi di As riscontrati nei branzini (da maricoltura) sono in linea con quelli registrati in selvatici catturati nel Nord Adriatico (Ghidini *et al.*, 2000). Al contrario, ombrine pescate negli stessi areali hanno presentato valori superiori a quelli rilevati nei

soggetti allevati considerati in questo studio, probabilmente per la modalità di predazione svolta principalmente sul fondale. I quantitativi del metalloide sono comunque risultati al di sotto della soglia di attenzione, considerando che l'As si ritrova nei tessuti soprattutto nella forma organica meno tossica. Per quanto riguarda altri elementi potenzialmente tossici quali Ni e Cr, i quantitativi rilevati sono risultati inferiori all'ADI indicata per un uomo adulto (Ni: 0.17-0.7; Cr: 50-200 µg/die) considerando la taglia dei pesci e la resa in filetto (< 40%). In alcune ricerche relative al contenuto in elementi tossici in pesci marini d'allevamento nel Nord Italia (Prearo *et al.*, 2003), si sono osservate migliori condizioni igieniche nelle carni di branzini e orate allevate rispetto al pescato delle stesse zone. In conclusione, in riferimento al contenuto in elementi minerali, le carni dei pesci esaminati in questa indagine si caratterizzano per buon profilo nutrizionale. In particolare, esse contengono interessanti apporti in macro elementi quali P e Ca. I livelli dei principali microelementi tossici risultano adeguati alle norme vigenti; in riferimento a entrambi i siti, si può dedurre che i livelli rilevati non destano particolari preoccupazioni in relazione sia alla qualità delle acque che agli ingredienti alimentari della dieta utilizzata.

Tab. 1 - Umidità (%), ceneri (%) ed elementi minerali (ppm) del filetto fresco.

*Moisture (%), ash (%) and mineral element of fresh fillet (ppm).*

|                     | SPECIE               |                     |                | SPECIE               |                     |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------|----------------------|---------------------|
|                     | Branzino<br>(302±29) | Ombrina<br>(245±25) |                | Branzino<br>(302±29) | Ombrina<br>(245±25) |
| Peso (g)            |                      |                     |                |                      |                     |
| Umidità             | 70.6±1.1             | 73.0±0.6            | Alluminio (Al) | 23.1 ±18.0           | 9.2±5.7             |
| Ceneri              | 4.7±0.2              | 5.6±0.3             | Arsenico (As)  | 1.0±0.5              | 0.9±0.6             |
| MINERALI (ppm t.q.) |                      |                     | Bromo (Br)     | 3.0±1.0              | 4.7±3.4             |
| Potassio (K)        | 5147±1580            | 4670±2555           | Cromo (Cr)     | 0.5±0.4              | 0.2±0.2             |
| Zolfo (S)           | 2071±608             | 1814±980            | Ferro (Fe)     | 14.2±9.1             | 5.9±3.9             |
| Fosforo (P)         | 1583±478             | 1412±806            | Manganese (Mn) | 0.6±0.4              | 0.7±1.2             |
| Cloro (Cl)          | 507±137              | 744±423             | Nichel (Ni)    | 0.2±0.1              | 0.5±0.1             |
| Calcio (Ca)         | 281±235              | 561±1128            | Rame (Cu)      | 0.6±0.2              | 0.5±0.5             |
| Magnesio (Mg)       | 68±20                | 52±26               | Silicio (Si)   | 19.1±15.3            | 3.7±2.8             |
| Sodio (Na)          | 40±13                | 48±24               | Zinco (Zn)     | 9.1±3.0              | 9.2±4.8             |

Ba, Hg, Pb e Sr: non rilevati (<0.1 ppm p.s.) - *Ba, Hg, Pb and Sr: not detected (<0.1 ppm)*

## Bibliografia

AOAC (2000) - *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> Ed., AOAC International, Gaithersburg, VA.  
GHIDINI S., DELBONO G., CAMPANINI G. (2000) - Livelli ed evoluzione di cadmio, mercurio ed arsenico nei pesci dell'Alto Adriatico. Università degli Studi di Parma. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria*: 20 pp.

- INRAN (2000) - *Composizione degli Alimenti, aggiornamento 2000*. Banca dati interattiva.
- MARTOÁ NEZ-VALVERDE I., PERIAGO M.J., SANTAELLA M., ROS G. (2000) - The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. *Food Chemistry*, **71**: 503-509.
- PREARO M., GHITTINO C., PALMEGIANO P., PAVOLETTI E., BELTEMPO S., ABETE M.C. (2003) - Levels of heavy metals in aquaculture fish in north-western Italy. *Fish farming in Med. Europe: quality for developing markets, Int. Aquaculture Conf.*, Verona: 76 pp.
- SAVORELLI F., GELLI F., PREGNOLATO L., RONCARATI A., MELOTTI P., FLORIS B. (2003) - Semi-static bioassay for the biomonitoring of heavy metals using bioaccumulation test organisms. *Fish farming in Med. Europe: quality for developing markets, Int. Aquaculture Conf.*, Verona: 79 pp.
- SEGATO S., BUOSO M.C., LOPPARELLI R.M., CECCATO D., DE POLI M., CORATO A., FASOLATO L., ELIA C. (2005) - Determinazione del contenuto di microelementi in molluschi cefalopodi catturati nell'Alto Adriatico. In: S. Porretta (ed), *Ricerca ed innovazione nell'industria alimentare*. Chirotti Edizioni: 679-681.

Ricerca finanziata dal MiPAF – Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura (V Piano triennale).

S. IEROPOLI<sup>1</sup>, P. MASULLO<sup>1</sup>, M. DO ESPIRITO SANTO<sup>2</sup>, G. SANSONE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisiologia Generale ed Ambientale, Università di Napoli "Federico II",  
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

<sup>2</sup>CRIAcq - Centro interdipartimentale di ricerca per l'acquacoltura,  
Via Università, 100 - 80055 Portici (NA), Italia.  
giosanso@unina.it

## ADATTAMENTO DELL'OSTRICA *OSTREA EDULIS* IN AMBIENTE CONFINATO E CONDIZIONATO

### *OYSTER OSTREA EDULIS ADAPTATION IN RECIRCULATING WATER SYSTEM*

#### **Abstract**

*The aim of this study was to evaluate the adaptation of adult oysters of *Ostrea edulis* in a recirculating water system for an extended period (120 days). We evaluated the sexual reproductive maturity histologically; the stress proteins HSP60 levels and the ability of the reproductive performance as gametes and larvae production. The results showed that the oysters reached a fully sexual reproductive maturity with larvae emission after 120 days of stabulation. HSP60 levels reduced continuing of the period of stabulation.*

**Key-words:** oyster culture, *Ostrea edulis*, HSP60, recirculating systems.

#### **Introduzione**

È già nota la possibilità che ostriche possano adattarsi e riprodursi in ambienti confinati e condizionati (Sansone *et al.*, 2002), al fine di poter prolungare la stagione riproduttiva e di avere una maggiore disponibilità di gameti ed embrioni. Meno invece si conosce sulle possibilità di stabulazione ed allevamento dell'ostrica autoctona della specie *Ostrea edulis* in sistema di acquario a circuito chiuso. Le finalità del lavoro sono state perciò di verificare la capacità di adattamento di ostriche adulte della specie *Ostrea edulis*, in condizioni di ambiente artificiale per un lungo periodo (120 giorni) e la loro capacità di poter continuare lo sviluppo gonadale e raggiungere la maturità sessuale in condizioni controllate con la possibilità di poter osservare l'emissione di larve veliger. Tale ricerca è stata avviata con l'obiettivo finale di poter "restaurare" i banchi di ostriche esistenti nelle acque costiere e lagunari flegree del litorale campano.

#### **Materiali e metodi**

Cinque gruppi di ostriche adulte della specie *O. edulis*, provenienti da attività di pesca in acque greche, sono state stabulate nel periodo tra febbraio e maggio 2003 alla densità di 1 ind/5lt alle seguenti condizioni controllate di salinità (36‰), temperatura ambiente (14-22 °C), pH (8.0±0.3), fotoperiodo naturale, monitorando ogni tre giorni NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Le ostriche sono state alimentate con una dieta a base di alghe vive (*Tetraselmis suecica* ed *Isocrisys galbana* in rapporto di 1:4) mantenendo una concentrazione costante di 10.000 cell/ml/prodie, con un periodo di alimentazione di otto ore. Ogni venti giorni sono stati effettuati prelievi tissutali gonadali per valutare la maturazione sessuale dei molluschi mediante tecniche istologiche e per valutare il livello di stress (HSP60). Per la ricerca delle HSP60,

le polpe delle ostriche sacrificate sono state conservate in azoto liquido e, successivamente su tali campioni sono stati eseguiti dosaggio proteico ed elettroforesi in condizioni denaturanti e riducenti (SDS-PAGE) e le analisi immunologiche, che sono state condotte con il metodo Western blotting con anticorpi policlonali da *moth heliotis* (Sanders, 1986). L'analisi quantitativa dei livelli di HSP/60 è stata condotta mediante sistema di analisi colorimetrica comparativa computerizzata. In seguito alle valutazioni istologiche che evidenziavano la fase di maturazione, sono stati raccolti giornalmente campioni di acqua dell'acquario sperimentale, che venivano filtrati su filtri di nylon di 50micron per la ricerca di eventuali larve emesse.

## Risultati

L'andamento dei livelli di stress durante il periodo di stabulazione è mostrato in Fig. 1. Si evidenzia un maggior livello di stress nelle ostriche sacrificate dopo i primi 15 giorni di stabulazione che si riduce per poi mantenersi costante con il proseguire del periodo di stabulazione.

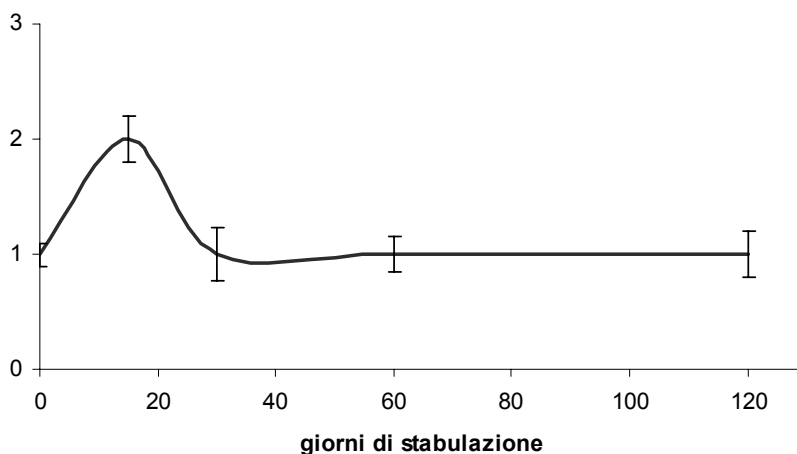


Fig. 1 - HSP60 livello di stress.

*HSP60 stress level.*

Tab. 1 - Percentuale di emissione di larve veliger in *Ostrea edulis* allevate in condizioni naturali e sperimentali.

*Emission percentage of veliger larvae in Ostrea edulis in breeding and experimental conditions.*

| Gruppi                                       | % di larve veliger emesse |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| Controllo<br>(allevamento a circuito aperto) | 70% ± 12                  |
| Stabulazione<br>(circuito chiuso)            | 20% ± 5                   |

Infine, nell'ultima settimana di stabulazione alla temperatura dell'acqua di 23-24 °C sono avvenute emissioni spontanee di 20-25%  $\pm$  5 di larve veliger, rispetto alle ostriche controllo allevate nei luoghi di origine (Tab. 1).

## Conclusioni

In conclusione si può affermare che nelle condizioni sperimentali di stabulazione descritte, in acquario a circuito chiuso, gli individui adulti di ostriche di *Ostrea edulis* hanno mostrato di essersi adattate all'ambiente artificiale, infatti, escludendo il periodo iniziale di stress dovuto al cambiamento di ambiente delle ostriche pescate nei mari della Grecia, ove le HSP60 sono aumentate significativamente ( $p > 0.05$ ), il loro livello si riduce ( $p > 0.05$ ) notevolmente e si mantiene basso costantemente con il proseguire del periodo di stabulazione. L'adattamento al nuovo ambiente è stato confermato dal raggiungimento della piena maturità sessuale; infine le ostriche hanno emesso larve natanti ritrovate nelle acque del sistema di stabulazione a circuito chiuso, anche se in percentuale più bassa rispetto a quella riscontrabile con l'allevamento in ambiente a circuito aperto.

## Bibliografia

- SANSONE G., LANGELLOTTI A.L., IEROPOLI S., MASULLO P., DO ESPIRITO SANTO M., NASCIMENTO I.A. (2002) - Rearing and reproduction of oyster *Crassostrea gigas* in recirculating water conditions. Aquaculture Europe - Trieste, October 16-19.
- BEIRAS R., PÉREZ CAMACHO A., ALBENTOSA M. (1994) - Comparison of the scope for growth with the growth performance of *Ostrea edulis* seed reared at different food concentrations in a open-flow system. *Mar. Biol.*, **119**: 227-233.
- MILLICAN P.F., HELM M.M. (1994) - Effects of nutrition on larvae production in the European flat oyster, *Ostrea edulis*. *Aquaculture*, **123**: 83-94.
- SANDERS B.M. (1986) - Stress proteins, potential as multitiered biomarkers. In: Mc Carthy J., Shugart (eds), *Biomarkers of environmental contamination*, Levis, Chelsea, Mich USA: 10-50.

R. MANCONI, F.D. LEDDA, M.F. ORTU, A. SERUSI,  
G.A. STOCCHINO, G. CORSO, R. PRONZATO\*

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari,  
V. Muroli, 25 - 07100 Sassari, Italia.

\*Dip. Te.Ris., Università di Genova, C.so Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
r.manconi@uniss.it

## SPONGICOLTURA INTEGRATA NELL'AMP "CAPO CACCIA - ISOLA PIANA": IL CASO DI *APLYSINA* *AEROPHOB*A (APLYSINIDAE, VERONGIDA)

### *INTEGRATED SPONGECULTURE IN THE MPA "CAPO CACCIA - ISOLA PIANA": THE CASE OF APLYSINA AEROPHOB*A (APLYSINIDAE, VERONGIDA)

#### **Abstract**

*Experimental aquaculture was carried out in a marina within a Marine Protected Area in N-W Sardinia. Findings show that Aplysina aerophoba is suitable for spongeculture showing a survival rate of 80%. The peculiar clonal growth of transplanted fragments suggests a potential role to improve sponge dispersal and recruitment for conservation purposes.*

**Key-words:** mariculture, *Aplysina aerophoba*, Marine Parks, N-W Sardinia.

#### **Introduzione**

Questo lavoro si inserisce in un progetto più vasto di maricoltura che riguarda la sperimentazione di sistemi, metodi e specie per la spongicoltura allo scopo di produrre biomassa di spugne, realizzare biofiltri a base di spugne e ripopolare i banchi spongiferi sia in aree con intense attività produttive, sia in aree protette ed in ambienti degradati (Manconi *et al.*, 1999; Scalera Liaci *et al.*, 1999; Mercurio *et al.*, 2003; Pronzato *et al.*, 2002; Corriero *et al.*, 2003; Manconi e Pronzato, 2004).

Vengono qui riportati i dati relativi a due anni di allevamento sperimentale di una spugna cornea, utilizzata come specie modello, in un impianto pilota di spongicoltura intensiva integrata nel porticciolo di un'Area Marina Protetta.

#### **Materiali e metodi**

Il sito prescelto per la sperimentazione è localizzato nella Baia di Tramariglio in zona C dell'Area Marina Protetta di "Capo Caccia-Isola Piana" (Alghero, Sardegna nord-occidentale). Gli esperimenti sono stati effettuati dal marzo 2002 al marzo 2004 in un impianto pilota modulare (USAMA®) (Pronzato *et al.*, 2002) installato nel porticciolo turistico a 3 m di profondità.

La specie modello è la batteriospongia *Aplysina aerophoba* Schmidt, 1862 endemica del Mediterraneo. Questa spugna cornea è comune su substrati calcarei in acque superficiali calde e ben illuminate di baie riparate, spesso in associazione con le praterie di *Posidonia oceanica* (Vacelet, 1959; Rützler, 1966; Wilkinson e Vacelet, 1978; Pulitzer-Finali e Pronzato, 1980; Pansini, 1997), e raramente



in ambienti lagunari (Corriero, 1989; Corriero *et al.*, 2004). L'*habitus* di questa peculiare spugna gialla è caratterizzato da portamento eretto-arborescente con osculi singoli localizzati all'apice delle porzioni tubulari da cui si dipartono delle estensioni (digitazioni) laterali variamente ramificate. La fotofilia di *A. aerophoba* e la sua condizione di batteriospongia sono legate alla presenza di alte densità di batteri e cianobatteri simbiotici. La riproduzione sessuale avviene in primavera-autunno in contemporanea con la crescita di piccole digitazioni sulla superficie della spugna (Boury-Esnault, 1971; Gallissian e Vacelet, 1976; Wilkinson e Vacelet, 1978).

Un esemplare di *A. aerophoba* con dimensioni cospicue è stato raccolto (marzo 2002) a 4 m di profondità su substrato roccioso lungo il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* nella Baia di Porto Conte. La spugna è stata immediatamente trasportata nell'adiacente sito di spongicoltura dove è stata frammentata e trapiantata secondo la metodologia USAMA® (Pronzato *et al.*, 2002). Controlli periodici hanno consentito di valutare la sopravvivenza e le modalità di crescita del clone sperimentale costituito da 20 frammenti che al momento della semina avevano una dimensione media di  $3,7 \times 2,3$  cm.

## Risultati

I frammenti di *A. aerophoba* seminati nell'impianto hanno mostrato un veloce processo di cicatrizzazione delle superfici sezionate con rigenerazione della membrana dermale. Al primo controllo, un mese dopo la semina, era evidente una bassa incidenza (20%) di fenomeni di degenerazione e/o morte. Il valore di sopravvivenza (80%) si è mantenuto costante fino al controllo della primavera 2004.

Durante il primo anno di allevamento (2002), nella tarda primavera sono comparse numerose piccole digitazioni sulla superficie dei frammenti. Le digitazioni hanno mostrato un processo di crescita veloce fino al periodo estivo assumendo forma arborescente. Successivamente nella porzione basale è comparsa un'area di degenerazione che ha determinato il distacco delle digitazioni in autunno.

Nel secondo anno di allevamento il processo di proliferazione delle digitazioni si è ripetuto con lo stesso andamento durante la stagione primavera-estate.

La lunghezza delle digitazioni era pari a 2-3 cm e 3-6 cm, rispettivamente, nel controllo di maggio 2003 e di settembre 2003. Alcune digitazioni con porzione basale degenerata sono state prelevate dai frammenti in allevamento e trapiantate nello stesso impianto all'interno di retini dotati di un substrato artificiale adatto all'insediamento. Le digitazioni così trapiantate hanno aderito al substrato con successiva formazione di osculi apicali assumendo l'aspetto della spugna madre originaria in miniatura.

## Conclusioni

Il valore di sopravvivenza (80%) suggerisce elevate capacità di reazione di *A. aerophoba* allo stress da trapianto in accordo con gli esperimenti su questa specie in differenti condizioni di luce e idrodinamismo effettuati da Wilkinson e Vacelet (1978). *A. aerophoba* inoltre, dopo 2 anni di allevamento, ha mostrato anche capacità di adattamento alle condizioni di vita in impianto con tipologia USAMA® (Pronzato *et al.*, 2002). I risultati evidenziano le alte potenzialità dell'allevamento di batteriosponge fotofile a bassa profondità nei porticcioli turistici in baie ripa-

rate secondo gli scopi di SAFEAQUAPLAN® (Manconi e Pronzato, 2004).

Nel corso dell'esperimento i frammenti di spugna hanno mostrato notevoli fluttuazioni di forma e dimensioni in seguito a processi di rimodellamento e crescita. La forma si è modificata sia per la comparsa *ex novo* di un singolo osculo in ciascun frammento sia per processi stagionali di proliferazione dei tessuti. Nel complesso la strategia di crescita di *A. aerophoba* in impianto sembra essere finalizzata principalmente alla produzione di numerose digitazioni con ritmo annuale. In seguito a processi di crescita veloce e localizzata, le digitazioni proliferano in primavera e si accrescono, diventando arborescenti, fino al periodo estivo. Segue la fase di dispersione delle digitazioni in cui la porzione basale va incontro a degenerazione con conseguente distacco durante le mareggiate autunnali (fase dispersiva). Tali fenomeni avvengono contemporaneamente anche nella popolazione selvatica presente nella stessa area. Le digitazioni dopo il distacco possono essere considerate propaguli asessuali che danno origine a nuovi individui (cloni) indipendenti dalla spugna madre e che assumono l'*habitus* della spugna selvatica. Tali propaguli sono destinati alla colonizzazione di nuovi habitat per dispersione come evidenziato dalla fissazione al substrato delle digitazioni trapiantate. Questi dati convalidano le ipotesi formulate da diversi autori sulla funzione delle digitazioni nelle popolazioni selvatiche di *A. aerophoba* (Vacelet, 1959; Boury-Esnault, 1971; Wilkinson e Vacelet, 1978; Bergquist e Cook, 2002) e sono supportati ulteriormente dal trasporto attivo esercitato da granchi, osservati in impianto, che fissano le digitazioni al carapace per mimetizzarsi.

La strategia riproduttiva clonale di *A. aerophoba* può essere sfruttata nell'ambito di progetti di maricoltura integrata finalizzati sia alla produzione di biomassa di spugna sia al ripopolamento di banchi spongiferi anche per incrementare i processi di autodepurazione del mare nelle Aree Marine Protette ed in generale nella fascia costiera (Pronzato *et al.*, 2002; Corriero *et al.*, 2003; Manconi e Pronzato, 2004).

### Ringraziamenti

Si ringraziano i soci del Club Nautico Capo Caccia per il supporto logistico e per la cortese disponibilità.

### Bibliografia

- BOURY-ESNAULT N. (1971) - Spongiaires de la zone rocheuse de Banyuls-sur-Mer. II. Systematique. *Vie Milieu*, ser. B, **22** (2): 287-350.
- BERGQUIST P., COOK S. DE C. (2002) - *Verongida*. In: Hooper J.H. & van Soest R.V.M. (eds), *Systema Porifera. A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York: 1081-1096.
- CORRIERO G. (1989) - The sponge fauna from the Stagnone di Marsala (Sicily): taxonomic and ecological observations. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **53**: 101-113.
- CORRIERO G., MERCURIO M., NONNIS-MARZANO C., LONGO C. (2003) - Metodologia per la reintroduzione di poriferi in ambiente naturale. Brevetto per invenzione industriale, Camera di Commercio, Bari, BA2003A000011.
- CORRIERO G., GHERARDI M., GIANGRANDE A., LONGO C., MERCURIO M., MUSCO L., NONNIS-MARZANO C. (2004) - Inventory and distribution of hard bottom fauna from the marine protected area of Porto Cesareo (Ionian Sea): Porifera and Polychaeta. *Ital. J. Zool.*, **71** (3): 237-245.
- GALLISSIAN M.F., VACELET J. (1976) - Ultrastructure de quelques stades de l'ovogenèse de spongiaires du genre *Verongia* (Dictyoceratida). *Ann. Sci. Nat.*, **18** (4): 381-404.

- MANCONI R., CUBEDDU T., CORRIERO G., PRONZATO R. (1999) - Commercial sponges farming as natural control of floating cages pollution. In: G. Enne & G.F. Greppi (eds), *New species for Mediterranean aquaculture*, Biofutur Elsevier: 269-274.
- MANCONI R., PRONZATO R. (2004) - SAFEAQUAPLAN. Sistemi naturali di biofiltrazione, di produzione e di emissione di antifouling naturali a base di spugne per l'abbattimento dell'inquinamento organico e inorganico in ambienti portuali, porti canale, ambienti lagunari, impianti di acquacoltura e industriali. Brevetto per invenzione industriale, Camera di Commercio, Genova, GE2004A000057.
- MERCURIO M., LONGO C., NONNIS MARZANO C., SCALERA LIACI L., CORRIERO G. (2003) - L'allevamento di spugne commerciali nella riserva naturale marina "Isola di Ustica". *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 462-464.
- PANSINI M. (1997) - Effetti della luce sulla morfologia, distribuzione ed ecologia di alcune demosponge mediterranee. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 74-80.
- PANSINI M. (1995) - *Porifera*. In: A. Minelli, S. Ruffo, S. La Posta (eds), *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini Ed., Bologna, **2**: 1-23.
- PRONZATO R., MANCONI R., CORRIERO G. (2002) - Tipologie di impianto modulare per la spongicoltura subacquea anche in policoltura U.S.A.M.A. (Underwater Sponge Aquaculture Modular System). Brevetto per invenzione industriale, Camera di Commercio di Genova, GE2002A000047.
- PULITZER-FINALI G., PRONZATO R. (1980) - The Keratosa in a collection of Mediterranean sponges mainly from the Italian Coasts. II. Keratosa. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, **83**: 127-158.
- RÜTZLER K. (1966) - Die poriferen einer Sorrentiner höhle. *Zool. Anz.*, **176** (5): 303-319.
- SCALERA LIACI L., MERCURIO M., PALLADINO F., MASSARI S., CORRIERO G. (1999) - L'allevamento di spugne commerciali nella riserva marina di Porto Cesareo. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 110-118.
- VACELET J. (1959) - Répartition générale des éponges et systematique des éponges cornées de la Region de Marseille et de quelques stations méditerranéennes. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume*, **16** (26): 39-101.
- WILKINSON C.R., VACELET J. (1978) - Transplantation of marine sponges to different conditions of light and current. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **37**: 91-104.

Lavoro finanziato dal Ministero delle Produzioni Agricole e Forestali (MPAF), Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR), INTERREG III Sardegna - Corsica - Toscana (UE) e Università di Sassari.

M. MANCUSO, V. BASILE<sup>1</sup>, G. INNELLA<sup>1</sup>, F. MARINO<sup>2</sup>, S. CAVALERI<sup>3</sup>, R. ZACCONE

CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

<sup>1</sup>Corso di perfezionamento in "Applicazioni Biotecnologiche in Maricoltura"

(PON 2000-2006 Prog. N° 12745)

<sup>2</sup>Dip. di Sanità Pubblica Veterinaria, Sez. Patologia, Univ. di Messina, Italia.

<sup>3</sup>ASL n° 1, Agrigento, Italia.

## **MUGIL CEPHALUS: UN CAMPANELLO D'ALLARME DELLA COMPARSA DI FOCOLAI DI PSEUDOTUBERCOLOSI IN SPIGOLE ALLEVATE IN GABBIE OFF-SHORE**

### **MUGIL CEPHALUS: A SENTINEL TO PREVENT PSEUDOTUBERCULOSIS SPREADING IN SEA-BASS REARED IN OFF-SHORE CAGES**

#### **Abstract**

*On summer 2003 high mortalities occurred in sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) reared in an off-shore farm in Sicily. Samples were collected from farmed fish, as well as from wild adult subjects of striped mullet (*Mugil cephalus*). Bacteriological and immuno-histochemical analyses were carried out and resulted positive for *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. Our results confirmed how this disease could be easily transmitted from feral to farmed animals.*

**Key-words:** aquaculture, fish, bacteria, diseases, pseudotuberculosis.

#### **Introduzione**

*Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* è l'agente causale della pseudotuberculosis (Gauthier *et al.*, 1995; Thyssen *et al.*, 1998; Osorio *et al.*, 1999). In Italia, il settore dell'acquacoltura ha subito pesanti perdite a causa di questa patologia (Ceschia, 1992). La malattia è stata diagnosticata in allevamenti intensivi, dove spigole (*Dicentrarchus labrax*) e in misura minore orate (*Sparus aurata*) sono risultate le specie più sensibili (Ceschia *et al.*, 1990; Romalde, 2002). Tra le specie selvatiche, i mugilidi sono i più suscettibili all'infezione (Ercolini *et al.*, 1991; Piccoli *et al.*, 1992). Il decorso e la gravità della malattia sono variabili in funzione dell'età: generalmente le forme giovanili sviluppano forme setticemiche ad andamento iperacuto, gli adulti sviluppano una forma tendente alla cronicizzazione. La malattia può anche manifestarsi in forma sub-clinica (Ghittino *et al.*, 1993).

#### **Materiali e metodi**

Nell'estate del 2003 dalla zona sud-occidentale della Sicilia sono stati segnalati alcuni casi di cefali selvatici (*Mugil cephalus*) rinvenuti morti nei pressi di gabbie per l'ingrasso di un impianto di spigole (*Dicentrarchus labrax*). E' stato quindi effettuato un campionamento di 3 di questi soggetti i quali sono stati inviati al CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) - Sezione di Messina per l'espletamento degli esami batteriologici finalizzati all'isolamento di eventuali agenti patogeni, ed al Dipartimento di Sanità Pubblica della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Messina per l'allestimento dei preparati istologici per la microscopia ottica. Dopo circa una settimana, una nuova segnalazione riguardava il ritrovamento di alcune spigole decedute nelle gabbie di un impianto sito

nella stessa area. Si è ritenuto opportuno, quindi, procedere ad un sopralluogo al fine di accertare la natura di questi decessi ed effettuare nuovi campionamenti. Gli esami microbiologici sono stati condotti su campioni di sangue prelevati da soggetti moribondi, milza e rene, previa cauterizzazione e dissezione degli organi avvenuta in condizioni di sterilità. I campioni sono stati seminati sui seguenti terreni di coltura: BHI e BHIA + 1,5% NaCl, Marine Agar 2216 E, Agar Sangue + 1,5% NaCl, TCBS + 1,5% NaCl ed incubati a 24 °C per 24-48 h. Dopo tale periodo le colonie "sospette" di colore grigiastro, piccole e aderenti all'agar, presentavano inoltre attività  $\alpha$ -emolitica su A. S., sono state isolate in coltura pura.

Sui ceppi isolati sono stati effettuati i saggi biochimici (motilità, ossidasi, catalasi, test 0/129), saggi fisiologici (crescita a varie salinità e temperature, colorazione di Gram) ed infine identificazione dei ceppi tramite il sistema miniaturizzato API 20E. A conferma dei risultati, sono state effettuate prove di siero-agglutinazione utilizzando il kit Bionor specifico contro *P. piscicida* (Romalde *et al.*, 1995). I preparati citologici sono stati allestiti a partire da impronte ottenute per apposizione da milza, fegato e reni, di seguito colorate con Diff-Quik e May Grumwald-Giemsa. Infine, per gli esami istologici sono state prelevate porzioni di milza, fegato e reni da ciascun soggetto, fissate in formalina al 10% e successivamente processate con le metodiche di routine per l'inclusione in paraffina fino ad ottenere sezioni dello spessore di 5  $\mu$ m che in seguito sono state sottoposte alle seguenti metodiche di colorazione: Ematossilina-Eosina, Giemsa, Diff-Quick, Gram. I preparati così ottenuti sono stati montati su vetrini ed osservati al microscopio ottico a differenti ingrandimenti.

## Risultati

I risultati delle analisi microbiologiche, unitamente ai saggi istochimici, hanno permesso di identificare come causa dell'ingente episodio di mortalità *P. damselfa* subsp. *piscicida*. Questa ipotesi trovava conferma anche nei dati ottenuti dall'osservazione macroscopica degli organi sede di lesione e dei preparati istologici esaminati al microscopio ottico, così come riportato in letteratura (Magarinos *et al.*, 1996). All'esame esterno i pesci non presentavano alcuna lesione. All'apertura della cavità celomatica, invece, si documentavano emorragie diffuse e congestione a carico dell'intestino. La milza si presentava megalica e disseminata di caratteristici tubercoli miliari biancastri. Questi erano ben evidenti anche nel rene, testimoni del decorso cronico della malattia e del coinvolgimento di tutti gli organi del sistema linfoide. L'osservazione dei preparati istologici colorati con Ematossilina-Eosina ha permesso di evidenziare a livello dei diversi parenchimi analizzati la presenza di aree focali di necrosi, talora mostranti tendenza alla circoscrizione da parte del connettivo. Soprattutto a carico della milza, il tessuto appariva cosparso da innumerevoli microgranulomi, di dimensioni variabili, con centro necrotico. A forte ingrandimento si documentava il coinvolgimento degli elementi macrofagici, che apparivano repleti di batteri. Questi ultimi, nelle sezioni colorate con Giemsa o Diff-Quik presentavano la tipica colorazione bipolare.

## Conclusioni

I risultati da noi ottenuti confermerebbero la possibilità di trasmissione della malattia dai soggetti selvatici ai soggetti allevati, soprattutto in seguito a cambiamenti climatici repentini o comunque in presenza di una serie di fattori pre-

disponenti legati al management dell'impianto. Da quanto riportato dagli stessi allevatori, i soggetti selvatici sono stati i primi a contrarre la malattia ed a manifestarne i sintomi che ne hanno provocato progressivamente il decesso. Durante tale periodo essi hanno contribuito alla diffusione della patologia ed al suo ingresso nell'impianto, cui ha fatto seguito una moria di spigole. La diagnosi repentina, unitamente al carattere stagionale della malattia, hanno permesso di contenere i danni dell'epidemia e di limitare le perdite economiche. Analisi successive hanno permesso di isolare il patogeno anche in soggetti "apparentemente sani", confermando che nei soggetti adulti, peso medio 1,5 Kg, la malattia tende alla cronicizzazione favorendo lo stato di "portatore sano". Sembra chiaro, quindi, che essendo i mugilidi molto sensibili all'infezione da *P. damsela* subsp. *piscicida*, il monitoraggio dello stato di salute di questi pesci, soprattutto nelle condizioni in cui si realizzano contatti tra selvatici e allevati, assume un ruolo fondamentale in quanto "predittivo" di una possibile comparsa della malattia nell'impianto. Inoltre, non è da sottovalutare la possibilità che le spigole d'allevamento non decedute, sebbene clinicamente sane, possano, a loro volta, veicolare il patogeno ai cefali, contribuendo al mantenimento dell'infezione nell'ambiente e rendendone più difficile l'eradicazione.

### Bibliografia

- CESCHIA G. (1992) – Principali patologie batteriche nell'acquicoltura italiana. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **10**: 21-29.
- CESCHIA G., GIORGETTI G., BOVO G. (1990) – Grave epizoozia da *Pasteurella piscicida* in specie eurialine del Nord Adriatico. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **4**: 11-16.
- ERCOLINI C., PASINI G.C., FISICHELLA S., PALMIERI F. (1991) – Su di un focolaio di Pasteurellosi in alcune specie ittiche della zona di estuario di un fiume della provincia di La Spezia. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **5**: 43-49.
- GAUTHIER G., LAFAY B., RUIMY R., BREITTMAYER V., NICOLAS J.L., GAUTHIER M., CHRISTEN R. (1995) – Small-subunit rRNA sequences and whole DNA relatedness concur for the reassignment of *Pasteurella piscicida* (Snieszko *et al.*) Janssen and Surgalla to the genus *Photobacterium* as *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **45** (1): 139-144.
- GHITTINO C., ARFARÁ S., PREARO M. (1993) – La Pasteurellosi ittica in Grecia. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **11**: 11-20.
- MAGARINOS B., TORANZO A.E., ROMALDE J.L. (1996) - Phenotypic and Pathobiological characteristics of *Pasteurella piscicida*. *Annual Review of Fish Diseases*, **6**: 41-64.
- OSORIO C.R., MATTHEW D.C., TORANZO A.E., BARJA J.L., ROMALDE J.L. (1999) - 16S rRNA Gene Sequence Analysis of *Photobacterium damsela* and Nested PCR Method for Rapid Detection of the Causative Agent of Fish Pasteurellosis. *Applied and Environmental Microbiology*, **65** (7): 2942-2946.
- PICCOLI L., SIGOVINI G., DE MAS S., CESCHIA G., BOVO G. (1992) – Primo isolamento di *Pasteurella piscicida* in Mugilidi nelle acque libere della laguna di Venezia. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **8**: 17-21.
- ROMALDE J.L. (2002) - *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*: an integrated view of a bacterial fish pathogen. *Int. Microbiol.*, **5** (1): 3-9.
- ROMALDE J.L., MAGARINOS B., FOUZ B., BANDIN I., NUNEZ S., TORANZO A.E. (1995) – Evaluation of BIONOR mono-kits for rapid detection of bacterial fish pathogens. *Dis. Aquat. Org.*, **21**: 25-34.
- THYSSEN A., GRISEZ L., VAN HOUTDT R., OLLEVIER F. (1998) - Phenotypic characterization of the marine pathogen *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **48** (4): 1145-115.



M. MANCUSO, G. CARUSO, M.G. DENARO\*, M.T. COSTANZO,  
G. MARICCHIOLO, F. DE PASQUALE

CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) - Sezione di Messina,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.

\*Dipartimento di Fisiologia Generale e Farmacologia, Università di Messina, Italia.

## PATTERNS ENZIMATICI DEL TRATTO DIGESTIVO DI *ANGUILLA ANGUILLA* A DIGIUNO E DOPO ALIMENTAZIONE

### ENZYMATIC PATTERNS OF THE DIGESTIVE TRACT OF EUROPEAN EEL (*ANGUILLA ANGUILLA*) AT STARVATION AND AFTER FEEDING

#### Abstract

*A study of the digestive enzymes of European eel was carried out in order to achieve information on the digestive physiology of this species; total proteases, pepsin, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidases A and B, amylase and lipase were measured. After feeding, all enzyme patterns increased, particularly carboxypeptidase A and lipase in the intestine and stomach, respectively. The low levels of amylase activity measured in A. anguilla indicated the scarce hydrolytic activity over carbohydrates.*

**Key-words:** *Anguilla anguilla*, digestion, enzymes, physiology.

#### Introduzione

L'anguilla europea (*Anguilla anguilla* Linneo, 1758) è un teleosteo eurialino appartenente alla famiglia Anguillidae. Allevata in estensivo da moltissimi anni, è una specie molto apprezzata, soprattutto nel Nord Italia. Al fine di migliorare i protocolli alimentari finora esistenti ed acquisire informazioni sulla fisiologia digestiva relativamente alle potenzialità metaboliche, è stato condotto uno studio sul *pattern* enzimatico di *Anguilla anguilla* (European eel) in condizioni di digiuno e dopo assunzione di cibo per esaminare le eventuali variazioni legate ai processi digestivi.

#### Materiali e metodi

Nel dicembre 2002, esemplari (n=10) di *Anguilla anguilla* allevati da 48 mesi (peso medio  $133 \pm 2.3$  g, lunghezza totale media  $26 \pm 1.2$  cm), sono stati stabulati in una vasca circolare in PVC (capacità 300 l) a flusso continuo, con fotoperiodo naturale e temperatura di circa 20 °C. Essi sono stati alimentati “*ad libitum*” con una dieta fresca a base di sarde e sacrificati a digiuno al mattino e dopo 4 ore dall'assunzione di cibo, previa anestesia con MS 222 alla concentrazione di 0.1 ppm. La scelta di un unico intervallo temporale di 4 ore è stata dettata dal ridotto numero di esemplari disponibili e dalla necessità di analizzare un numero di individui statisticamente significativo (5 per ciascuna fase digestiva).

Campioni di stomaco ed intestino sono stati omogeneizzati in Potter Ultraturrax e diluiti 1:20 in tampone Tris HCl 50 mM pH 7. Tutte le operazioni sono state effettuate a freddo (4 °C), al fine di evitare la denaturazione enzimatica. Dopo la centrifugazione a 3000 rpm per 20' a 5 °C, il supernatante ottenuto è stato utiliz-



zato come estratto enzimatico per valutare le seguenti attività: attività proteolitica totale, pepsina, tripsina, chimotripsina, carbossipeptidasi A e B, amilasi e lipasi (Caruso *et al.*, 2001). Tutti i valori sono stati infine riportati come attività specifiche (U/mg proteina), normalizzandoli rispetto al contenuto in proteine. I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) per valutare la significatività statistica delle differenze fra i valori ottenuti nelle due fasi digestive.

## Risultati

La Tab. 1 riporta le misure di attività enzimatica ottenute sugli esemplari esaminati. I valori di attività proteolitica totale ottenuti hanno presentato un picco nello stomaco a pH 2 sia a digiuno che dopo ingestione; nell'intestino il picco di attività è stato osservato sia a pH 9 a digiuno che a pH 6, quattro ore dopo il consumo di cibo.

Tab. - Enzimi digestivi di *Anguilla anguilla* (n=5).

Sono riportati i valori medi misurati  $\pm$  deviazione standard, ed i valori (F) di analisi della varianza calcolati fra le due condizioni sperimentali.

I dati sono espressi in U/mg di proteina per le proteasi e in U/ml per amilasi e lipasi;

\*P<0.05; \*\*P<0.01 n.d.=non determinato.

*Digestive enzymes in Anguilla anguilla (n=5).*

*The mean values  $\pm$  standard deviation, and F values of analysis of variance calculated between two experimental conditions are reported.*

*Data are expressed in U/mg protein for proteases and in U/ml for amylase and lipase;*

\*P<0.05; \*\*P<0.01 n.d.= not determined

|                     | Stomaco             |                      | F                     | Intestino          |                     | F                     |
|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
|                     | A digiuno           | Dopo ingestione      | Digiuno vs ingestione | A digiuno          | Dopo ingestione     | Digiuno vs ingestione |
| pepsina             | 41716.44 $\pm$ 2144 | 163062.29 $\pm$ 5807 | 19.21                 | 0.00 $\pm$ 0.00    | 0.00 $\pm$ 0.00     | n.d.                  |
| tripsina            | 343.04 $\pm$ 212    | 352.05 $\pm$ 124     | 0.01                  | 1346.36 $\pm$ 657  | 3312.41 $\pm$ 154   | 0.01                  |
| chimotripsina       | 2422.29 $\pm$ 1165  | 11512.58 $\pm$ 788   | 2.09                  | 8177.37 $\pm$ 3144 | 75589.39 $\pm$ 3445 | 10.44*                |
| carbossipeptidasi A | 0.00 $\pm$ 0.00     | 0.00 $\pm$ 0.00      | n.d.                  | 22.8 $\pm$ 1.7     | 2143.9 $\pm$ 115    | 68.00**               |
| carbossipeptidasi B | 0.00 $\pm$ 0.00     | 245.92 $\pm$ 123     | n.d.                  | 669.09 $\pm$ 53.4  | 361.98 $\pm$ 76     | 5.46                  |
| amilasi             | 3.37 $\pm$ 1.22     | 10.85 $\pm$ 4.5      | 9.86*                 | 0.715 $\pm$ 0.35   | 1.11 $\pm$ 0.41     | 2.68                  |
| lipasi              | 6.65 $\pm$ 0.67     | 17.76 $\pm$ 3.4      | 11.72**               | 13.68 $\pm$ 9.1    | 14.25 $\pm$ 6.2     | 0.01                  |

Dopo ingestione la pepsina nello stomaco ha presentato livelli di attività maggiori rispetto a quelli misurati a digiuno; nessuna attività è stata, invece, riscontrata nell'intestino sia a digiuno che dopo ingestione. Il contenuto in tripsina è risultato elevato nell'intestino, a livello del quale sono stati registrati dopo assunzione di cibo valori di attività 2.46 volte maggiori rispetto ai valori registrati a digiuno. In maniera analoga alla tripsina, anche la chimotripsina ha presentato spiccati livelli di attività nell'intestino, nel quale è stato misurato dopo ingestione un incremento pari a 9.24 volte i valori a digiuno.

I valori di carbossipeptidasi A misurati nell'intestino dopo ingestione hanno mostrato un aumento significativo (circa 94 volte,  $F_{1,9} = 68.0$ ,  $P < 0.01$ ) rispetto al digiuno; al contrario la carbossipeptidasi B ha presentato un decremento di attività dopo assunzione di cibo.

Il contenuto in amilasi dello stomaco è aumentato di circa 3 volte dopo ingestione; nell'intestino invece non sono state rilevate variazioni significative tra le due condizioni nutrizionali. Dopo ingestione, anche i valori di attività lipolitica nello stomaco sono aumentati significativamente ( $F_{1,9}=11.72$ ,  $P<0.01$ ) (con un incremento in confronto al valore a digiuno pari a 2.67 volte).

## Conclusioni

Data la scarsa disponibilità di dati sul contenuto in enzimi digestivi e sull'andamento dei processi enzimatici di *Anguilla anguilla* (Garcia-Gallego *et al.*, 1995; Schmidt *et al.*, 1984), lo studio condotto contribuisce ad ampliare le conoscenze sulla fisiologia digestiva di tale specie. Livelli di attività proteolitica più elevati sono stati riscontrati a livello gastrico anziché intestinale, in accordo con Morishita *et al.* (1964). Il picco di attività registrato a pH 2 nello stomaco è attribuibile al contenuto in pepsina, come riportato da Hidalgo *et al.* (1999). Il riscontro di un'elevata attività proteasica negli esemplari analizzati è in accordo con quanto osservato in altre specie ittiche carnivore precedentemente studiate, come *Pagellus bogaraveo* (Caruso *et al.*, 2003). I bassi valori di attività amilolitica misurati in *A. anguilla* risultano, invece, indicativi di una ridotta capacità di idrolisi dei carboidrati, come riportato da Hidalgo *et al.* (1999). Dopo l'assunzione del cibo, tutte le attività enzimatiche hanno presentato un incremento significativo, ad eccezione della carbossipeptidasi B, probabilmente a causa dei lunghi tempi digestivi richiesti dalla specie (Takii *et al.*, 1985). I ridotti tempi di digestione (4 h) presi in considerazione nel nostro studio non permetterebbero infatti di rilevare il picco di attività digestive, che secondo Chiu e Pan (2002) in *Anguilla japonica* avrebbe luogo 11 h dopo ingestione. Future indagini condotte prolungando i tempi fra ingestione del cibo e sacrificio dell'animale, potrebbero apportare ulteriori informazioni sull'andamento dei processi digestivi in *A. anguilla*.

## Bibliografia

- CARUSO G., GENOVESE L., MICALE V., SPEDICATO M.T., MANCUSO M. (2001) - Preliminary investigation of the digestive enzymes in *Pagellus erythrinus* (Linneo 1758) larvae. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, **34**: 265-268.
- CARUSO G., GENOVESE L., MANGANARO A., MAIMONE G., MANCUSO M., PALMEGIANO G.B. (2003) - Enzimi digestivi in *Pagellus bogaraveo*: tre diete a confronto. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 430-433.
- CHIU S.T., PAN B.S. (2002) - Digestive protease activities of juvenile and adult eel (*Anguilla japonica*) fed with floating feed. *Aquaculture*, **205**: 141-156.
- GARCIA-GALLEGO M., BAZOCO J., SUAREZ M.D., SANZ A. (1995) - Utilization of dietary carbohydrates by fish: a comparative study in eel and trout. *Animal Sciences*, **61**: 427-436.
- HIDALGO M.C., UREA E., SANZ A. (1999) - Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habitus. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture*, **170**: 1393-1399.
- MORISHITA T., NODA H., KITAMIKADO M., TAKAHASHI T., TACHINO S. (1964) - The activity of digestive enzymes in fish. *J. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie* (Japan), **6** (2): 239-246.
- SCHMIDT O., GREUEL E., PFEFFER E. (1984) - Digestibility of crude protein and organic matter of potential sources of dietary protein for eels (*Anguilla anguilla* L.). *Aquaculture*, **41**: 21-30.
- TAKII K., SHIMENO S., TAKEDA M. (1985) - Change in digestive enzymes activities in eel after feeding. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **51** (2): 2037-2031.

G. MARICCHIOLO, M. GARAFFO, V. MICALE, M.T. COSTANZO, L. GENOVESE

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR, Sezione di Messina,  
Istituto Sperimentale Talassografico, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

## UTILIZZO DELL'OLIO ESSENZIALE DI GAROFANO COME ANESTETICO PER GIOVANILI DI *PAGELLUS BOGARAVEO*

### *USE OF CLOVE OIL AS AN ANAESTHETIC FOR JUVENILES OF PAGELLUS BOGARAVEO*

#### **Abstract**

*The successful use of clove oil as an anaesthetic for juveniles of blackspot sea bream Pagellus bogaraveo (Brunnich, 1768) is described. The efficacy of four concentrations of clove oil: 10, 20, 30, 40 mg/l was tested. Our results indicate that the effective concentration that produced anaesthesia within 3 minutes and allowed recovery within 5 minute is 30 mg/l. Potential use of clove oil as a food fish anaesthetic is discussed.*

**Key-words:** anaesthesia, Pagellus bogaraveo, fish handling.

#### **Introduzione**

Di recente è aumentata l'attenzione dei ricercatori nei riguardi dell'olio essenziale di garofano, una sostanza naturale con proprietà anestetizzanti. La sua efficacia come anestetico per i pesci è stata provata su numerose specie sia di mare che d'acqua dolce (Soto e Burhanudin, 1995; Keene *et al.*, 1998; Woody *et al.*, 2002).

L'olio di garofano si estrae, per distillazione, dai boccioli fiorali essiccati, dalle foglie, dai gambi e dagli steli della pianta *Eugenia aromatica*. Dal punto di vista della composizione chimica è una miscela di eugenolo (85-95%), isoeugenolo e metileugenolo (5-15%). L'essenza di garofano viene utilizzata nelle preparazioni alimentari. In particolare l'eugenolo e l'isoeugenolo sono classificati come aromi e/o additivi e aggiunti rispettivamente ai mangimi per animali ed ai cibi destinati al consumo umano. Inoltre l'eugenolo viene utilizzato da lungo tempo come analgesico e anestetico dentale e come componente del cemento utilizzato nelle otturazioni dentali provvisorie. L'ampio utilizzo dell'olio di garofano in campo alimentare e come anestetico locale lo rendono interessante da testare come anestetico, alternativo a quelli di uso comune, per i pesci. Lo scopo del presente lavoro è quello di provare l'efficacia dell'olio di garofano in *Pagellus bogaraveo* una specie innovativa di cui si sta valutando il potenziale di allevamento.

#### **Materiali e metodi**

Lo studio è stato condotto su 60 esemplari di *P. bogaraveo* pescati nel maggio 2003 e mantenuti in condizioni di allevamento presso l'impianto dell'Istituto Talassografico fino all'inizio dell'esperienza (ottobre 2003) quando avevano raggiunto il peso di  $10,8 \pm 5,3$  g.

L'olio di garofano (Sigma-Aldrich) è stato disciolto in etanolo al 95% (1:10) e aggiunto al bagno anestetizzante in modo da ottenere le concentrazioni di 10, 20,

30 e 40 mg/litro. I pesci sono stati prelevati uno ad uno dalla vasca di acclimatazione ed immessi nel bagno anestetico (22-24 °C). È stato calcolato il tempo di induzione considerato come il tempo che intercorre tra l'immissione del pesce nell'anestetico ed il raggiungimento del livello di anestesia III definito dalla scala di Stoskopf (1993). Subito dopo l'esemplare è stato inserito in una vasca contenente acqua di mare priva di anestetico e calcolato il tempo di ripresa ovvero il tempo che intercorre tra l'introduzione del pesce nella vasca di ricovero e la ripresa totale dell'equilibrio. La concentrazione efficace di anestetico è stata definita come la minima concentrazione capace di indurre l'anestesia entro 3 minuti e permettere la ripresa entro 5 minuti. I tempi di induzione delle differenti dosi di olio di garofano sono stati confrontati utilizzando l'analisi della varianza (ANOVA) seguita dal test di Scheffe.

## Risultati

Il tempo di induzione e di recupero per ogni dose di anestetico sono riportati in Tab. 1.

Tab. 1 - Tempo di induzione e di ripresa (media  $\pm$  d.s.) di giovanili di *P. bogaraveo* sottoposti a differenti concentrazioni di olio di garofano. L'asterisco indica le dosi che presentano una differenza significativa ( $p < 0.01$ ) dalle altre.

*Induction and recovery time (mean  $\pm$  s.d.) caused by different concentrations of clove oil in juveniles of *P. bogaraveo*. Star indicates the doses which are significantly different ( $p < 0.01$ ) than the others.*

| Concentrazione anestetico (mg/l) | Tempo di induzione (min) | Tempo di ripresa (min) |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 10                               | > 15 *                   | 6.87 $\pm$ 2.74 *      |
| 20                               | 4.04 $\pm$ 0.58 *        | 2.62 $\pm$ 0.92        |
| 30                               | 2.86 $\pm$ 0.63          | 3.02 $\pm$ 1.13        |
| 40                               | 1.88 $\pm$ 0.65          | 3.54 $\pm$ 1.45        |

## Conclusioni

Il criterio utilizzato per definire l'efficacia di un anestetico varia in funzione dello scopo per cui viene utilizzato. Tuttavia in generale un anestetico viene definito ideale quando soddisfa alcuni requisiti: è efficace, è disponibile in commercio, è facile da utilizzare, è economico, non è tossico per il pesce e per l'operatore (Marking e Meyer, 1985).

Gilderhus e Marking (1987), inoltre, definiscono un anestetico efficace quando è capace di indurre l'anestesia in 3 minuti e permettere il recupero entro 5 minuti. L'olio di garofano già alla dose di 30 mg/l soddisfa il criterio di efficacia, infatti sia l'induzione che il recupero dall'anestesia avvengono entro i tempi stabiliti.

L'olio di garofano è facilmente reperibile in commercio, facile da utilizzare ed economico. Quest'ultimo aspetto lo rende competitivo con altri anestetici soprattutto con l'MS222. Se confrontiamo i costi, infatti, a parità di dose l'olio di garofano costa 5 volte meno. Se a questo aggiungiamo che si usa in dosi più basse i costi di utilizzo diminuiscono ancora. L'olio di garofano è considerata una

sostanza sicura per l'uomo. La *Food and Drug Administration* lo definisce non mutageno e stabilisce il limite di assunzione giornaliero di 2.5 mg kg<sup>-1</sup> (*Expert Committee on Food Additives*, 1982).

Per le caratteristiche sopraelencate l'olio di garofano è interessante da considerare come anestetico alternativo a quelli d'uso comune; tuttavia il suo utilizzo per i pesci destinati al consumo umano non è stato ancora approvato. In attesa che vengano effettuati ulteriori studi che ne stabiliscano gli effetti fisiologici a lungo termine deve essere usato con cautela.

### Bibliografia

- GILDERHUS P.A., MARKING L.L. (1987) - Comparative efficacy of 16 anaesthetics chemicals on rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, **7**: 288-292.
- KEENE J.D., NOAKES D.L.G., MOCCIA R.D., SOTO C.G. (1998) - The efficacy of clove oil as an anesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, **29**: 89-101.
- MARKING L.L., MEYER F.P. (1985) - Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, **10** (6): 2-5.
- SOTO C.G., BURHANUDIN (1995) - Clove oil as a fish anesthetic for measuring length and weight of rabbitfish *Siganus lineatus*. *Aquaculture*, **136**: 149-152.
- STOSKOPF M.K. (1993) - *Manual for the aquatic animal workshop*. American Association for Laboratory Animal Science. National Capital Area Branch, Washington D.C., USA.
- WOODY C.A., NELSON J., RAMSTA K. (2002) - Clove oil as anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. *Journal of Fish Biology*, **60**: 340-347.

P. MELOTTI, A. FELICI, A. RONCARATI, G.E. MAGI, L. ANGELLOTTI

Centro Universitario di Ricerca e Didattica in Acquacoltura e Maricoltura, Università di Camerino,  
Viale Europa, 6 – 63039 San Benedetto del Tronto (AP), Italia.

## STUDIO SUL POSSIBILE UTILIZZO NELL'ALIMENTAZIONE UMANA DEL MOLLUSCO BIVALVE ALLOCTONO *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIERE)

### *STUDY ON THE POSSIBILITY TO USE THE ALLOCHTHONOUS BIVALVE MOLLUSC SCAPHARCA INAEQUIVALVIS (BRUGUIERE) IN THE HUMAN ALIMENTATION*

#### **Abstract**

*A research was carried out in order to investigate, from a chemical point of view, about the possibility to use the Asiatic mollusc Scapharca inaequivalvis in the human alimentation. As well-known, in the Asiatic places of origin this species has regularly consumed. The chemical composition and the acidic profile were determined on a pool of samples collected along the coast of Marche region. As regards the chemical composition, the results showed a situation similar to that obtained on other bivalve molluscs (Chamelea gallina L. and Mytilus galloprovincialis Lamarck). The protein content was around 8.5% whereas the carbohydrates touched 3.5%; the ash presence did not show differences from the other molluscs. The lipid fraction resulted very low with a high content of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. Based on these surveys, it is possible to affirm that the mollusc Scapharca inaequivalvis has the chemical traits suitable for the human alimentation.*

**Key-words:** marine molluscs, chemical composition, lipids, fatty acids, seafood.

#### **Introduzione**

Negli ultimi anni si è assistito ad un'ampia e progressiva diffusione del mollusco bivalve alloctono *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiera) in tutta la fascia costiera nord e medio adriatica. Il mollusco, molto rustico e resistente a condizioni ambientali avverse grazie alla presenza di emolinfa ricca di emoglobina, non ha nemici naturali ed è del tutto privo di valore commerciale. Tali aspetti, parallelamente alla diffusione passiva operata dai pescatori professionali che regolarmente gettano in mare gli esemplari catturati, sono alla base della progressiva colonizzazione dei fondali adriatici.

In questi ultimi anni le popolazioni di vongola (*Chamelea gallina* L.) hanno subito delle forti contrazioni in numerose aree, contrazioni che, seppure non possano essere ancora imputate alla competizione con la scafarca, potrebbero trovare in questa ipotesi una delle numerose motivazioni. Poiché l'unica via in grado di contenere un'ulteriore diffusione della specie alloctona è quella di renderla appetibile per l'alimentazione umana è stato intrapreso uno studio su alcuni degli aspetti coinvolti in un possibile utilizzo alimentare della scafarca che, come noto, nelle aree asiatiche di origine viene regolarmente consumata.

#### **Materiali e metodi**

Su un pool di campioni di *Scapharca inaequivalvis*, forniti dal Consorzio Vongolari Piceni (CO.VO.PI.), è stata determinata la composizione centesimale

(Martillotti *et al.*, 1987), la frazione lipidica (Folch *et al.*, 1956) con particolare riguardo al contenuto in colesterolo (Kovacs *et al.*, 1979) e agli acidi grassi sotto forma di esteri metilici (Christie, 1989). Parallelamente, le indagini sulle caratteristiche qualitative sono state condotte su campioni di vongola (*Chamelea gallina* L.) e mitilo (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) provenienti dalla medesima area.

## Risultati e conclusioni

Per quanto attiene la composizione centesimale (Tab. 1), il ciclo di analisi ha evidenziato un quadro abbastanza simile a quello rilevabile su vongola e mitilo. Il tenore proteico del mollusco si è attestato sull'8,5% mentre il contenuto in carboidrati ha sfiorato il 3,5%; la presenza di ceneri è risultata molto simile a quella riscontrata nei mitili. Per quanto riguarda la quota lipidica, si sottolinea che questa è risultata estremamente contenuta e la sua composizione ha evidenziato un elevato tenore di acidi grassi monoinsaturi e polinsaturi seppure sia stata osservata un'elevata variabilità peraltro già riportata da altri autori (Piretti *et al.*, 1988). Lo spettro acidico (Tab. 2) è risultato abbastanza simile a quello dei più noti molluschi eduli. Si può pertanto affermare, sulla base dei rilievi analitici condotti, che il mollusco *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiera) presenta una composizione chimica perfettamente compatibile con il consumo umano.

Tab. 1 - Composizione centesimale di *Scapharca inaequivalvis*, vongola e mitilo (media  $\pm$  d.s.).  
Chemical composition of *Scapharca inaequivalvis*, clam and mussel (mean  $\pm$  s.d.).

|                |          | <i>Scapharca inaequivalvis</i> | <i>Chamelea gallina</i> | <i>Mytilus galloprovincialis</i> |
|----------------|----------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Sostanza secca | %        | 15,43 $\pm$ 2,1                | 16,40 $\pm$ 1,9         | 16,38 $\pm$ 1,8                  |
| Proteine       | % s.t.q. | 8,56 $\pm$ 2,9                 | 10,79 $\pm$ 2,1         | 8,65 $\pm$ 1,7                   |
| Lipidi         | % s.t.q. | 0,84 $\pm$ 0,6                 | 1,46 $\pm$ 0,9          | 1,87 $\pm$ 0,8                   |
| Ceneri         | % s.t.q. | 2,56 $\pm$ 1,4                 | 1,71 $\pm$ 0,4          | 1,57 $\pm$ 0,5                   |
| Carboidrati    | % s.t.q. | 3,47 $\pm$ 1,5                 | 3,99 $\pm$ 1,2          | 4,30 $\pm$ 1,1                   |
| Colesterolo    | mg/100 g | 12 $\pm$ 2,2                   | 12,33 $\pm$ 1,5         | 14,67 $\pm$ 1,5                  |

Tab. 2 - Composizione (% sul totale degli acidi grassi) in acidi grassi saturi, monoinsaturi e polinsaturi di *Scapharca inaequivalvis*, vongola e mitilo (media  $\pm$  d.s.).  
Content (% total fatty acids) of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of *Scapharca inaequivalvis*, clam and mussel (mean  $\pm$  s.d.).

|              |   | <i>Scapharca inaequivalvis</i> | <i>Chamelea gallina</i> | <i>Mytilus galloprovincialis</i> |
|--------------|---|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Saturi       | % | 35,10 $\pm$ 7,9                | 31,97 $\pm$ 8,5         | 30,97 $\pm$ 5,7                  |
| Monoinsaturi | % | 36,70 $\pm$ 6,9                | 32,97 $\pm$ 7,9         | 31,93 $\pm$ 4,0                  |
| Polinsaturi  | % | 28,30 $\pm$ 8,9                | 35,07 $\pm$ 15,0        | 37,20 $\pm$ 1,1                  |
| n-3          | % | 26,70 $\pm$ 9,7                | 28,17 $\pm$ 15,8        | 25,93 $\pm$ 6,9                  |
| EPA          | % | 8,30 $\pm$ 5,7                 | 10,83 $\pm$ 6,7         | 9,73 $\pm$ 4,3                   |
| DPA          | % | 1,50 $\pm$ 0,9                 | 1,21 $\pm$ 0,4          | 1,43 $\pm$ 0,5                   |
| DHA          | % | 12,61 $\pm$ 6,4                | 9,87 $\pm$ 6,8          | 9,90 $\pm$ 2,9                   |



**Bibliografia**

- CHRISTIE W.W. (1989) - *Gas-chromatography and lipid*. The Oily Press, Ayr: 45-109.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H. (1956) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **60**: 497-509.
- KOVACS M.I.P., ANDERSON W.E., ACKMAN R.G. (1979) - A simple method for the determination of cholesterol and some plant sterols in fishery-based food products. *J. Food Sci.*, **44**: 1299.
- MARTILLOTTI F., ANTONGIOVANNI M., RIZZI L., SANTI E., BITTANTE G. (1987) - *Metodi di analisi per la valutazione degli alimenti di impiego zootecnico*. Quaderni metodologici n. 8, CNR-IPRA, Roma.
- PIRETTI M.V., ZUPPA F., PAGLIUCA G., TAJOLI F. (1988) - Investigation of the seasonal variations of fatty acid constituents in selected tissues of the bivalve mollusc *Scapharca inaequivalvis* (Bruguere). *Comp. Biochem. Physiol.*, **89B**, 1: 183-187.

L. MICHAUD, A. LO GIUDICE, V. BRUNI, J.P. BLANCHETON\*

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.  
lmichaud@unime.it

\*IFREMER, Chemin de Maguelone - 34250 Palavas-les-Flots, France.

## EFFETTO DEL RAPPORTO C/N DEL SUBSTRATO SULLA FILTRAZIONE BIOLOGICA IN ACQUACOLTURA

### *THE EFFECT OF SUBSTRATE C/N RATIO ON THE BIOLOGICAL FILTRATION IN AQUACULTURE*

#### **Abstract**

*The influence of the substrate C/N ratio both on the filtration efficiency and the heterotrophic bacterial abundance into biological filters used in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) was studied by using four pilot scale submerged biological filters. The filtration efficiency and the heterotrophic bacterial abundance were evaluated as Total Ammonia Nitrogen removal rate and CFU (Colony Forming Units), respectively. Results allowed to evaluate the inhibitory effect of the organic substance on the nitrifying biofilms and to obtain important data for sizing and design the filters, and, moreover, for the modelling of the bacterial component inside a RAS.*

**Key-words:** recirculating systems, biofilters, C/N ratio, biofilms, nitrification.

#### **Introduzione**

La filtrazione biologica è uno dei passaggi chiave nel trattamento dell'acqua in un impianto d'acquacoltura in sistema chiuso (Recirculating Aquaculture System, RAS) (Blancheton, 2000; Léonard *et al.*, 2000, 2001). In tali impianti, i filtri biologici fungono da supporto ai batteri nitrificanti chemiolitoautotrofi, i quali devono essere in grado di ossidare l'ammoniaca, estremamente tossica per i pesci, con un'efficienza tale da evitarne l'intossicazione (Zhu e Chen, 1999, 2001). La nitrificazione è, però, fortemente inibita dalla presenza di sostanza organica e della flora batterica eterotrofa, in competizione con i batteri nitrificanti per l'ossigeno e per lo spazio.

Negli impianti d'acquacoltura in sistema chiuso le concentrazioni di sostanza organica (sia disciolta che particellata) e di ammoniaca sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche zootecniche (biomassa allevata, indice di conversione dell'alimento, tasso di alimentazione e tipologia di alimento, fisiologia della specie allevata, efficienza della filtrazione meccanica, ecc.). Ciò porta ad avere un rapporto C/N (carbonio organico/azoto inorganico) stabile e relativamente ben definito, che può essere controllato e gestito.

Lo scopo della ricerca è stato quello di studiare e quantificare l'influenza del rapporto C/N del substrato in ingresso nei biofiltri sia sull'efficienza della filtrazione biologica, sia sull'abbondanza dei batteri eterotrofi nei filtri biologici usati in acquacoltura.

#### **Materiali e metodi**

L'esperimento è stato condotto utilizzando quattro filtri biologici pilota identici (con un volume di 8,5 litri ciascuno, un tempo di soggiorno dell'acqua di 4

minuti e un flusso di 0,121 m<sup>3</sup>/h), riempiti con un supporto filtrante microporoso chimicamente inerte. Il supporto è stato esposto per due mesi ad un flusso continuo di acqua di mare arricchita con cloruro di ammonio, al fine di favorirne la colonizzazione da parte di un biofilm multispecifico nitrificante. Dopo questa fase il supporto è stato ripartito nei quattro filtri e si è proceduto agli arricchimenti differenziali. Tali arricchimenti erano costituiti da NH<sub>4</sub>Cl e da materiale fecale di *Dicentrarchus labrax* liofilizzato. Ai sistemi sono stati imposti diversi livelli di C/N agendo sulle concentrazioni di sostanza organica e di Cloruro di Ammonio in entrata. Gli esperimenti sono stati eseguiti in doppio e ogni rapporto C/N (0 - 0,5 - 1 e 2) è stato seguito per due settimane. I campionamenti sono stati effettuati solo nella seconda settimana.

Le analisi chimiche dell'acqua per i nutrienti (ammoniaca, nitriti e nitrati) sono state condotte come descritto da Treguer e La Corre (1974). L'efficienza di filtrazione è stata valutata come TAN (Total Ammonia Nitrogen) removal rate utilizzando la seguente formula:

$$\text{TAN removal rate (g/m}^3 \text{ giorno)} = [\text{TAN}]_{\text{in}} - [\text{TAN}]_{\text{out}} \times Q / V$$

dove [TAN]<sub>in</sub> e [TAN]<sub>out</sub> rappresentano la concentrazione dell'ammoniaca e dello ione ammonio in entrata ed in uscita del filtro (N-NH<sub>4</sub> g/m<sup>3</sup>), Q il flusso dell'acqua (m<sup>3</sup>/giorno) e V il volume del supporto filtrante (m<sup>3</sup>). La densità batterica eterotrofa è stata valutata tramite CFU (Colony Forming Units) su terreno Marine Agar 2216 (MA). Il biofilm batterico è stato campionato grattando l'intera superficie di un elemento del supporto filtrante e lavandola con una miscela di PBS e pirofosfato di sodio allo 0,1%. La sospensione ottenuta è stata sottoposta ad un trattamento agli ultrasuoni (20 kHz) per 10 minuti in ghiaccio. Alla fine di tale trattamento si è proceduto alla semina sulle piastre di MA.

Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) tramite il programma SigmaStat (Jandel Scientific versione 2.0).

## Risultati

I risultati di questo studio preliminare hanno dimostrato una perdita nell'efficienza di filtrazione (TAN removal rate) del 58% quando il rapporto C/N passa da 0 a 0,5. Benché la diminuzione dell'efficienza risulti meno evidente all'aumentare del rapporto C/N (Fig. 1) i risultati sono significativamente differenti fra tutti i C/N testati (P=0,01). La diminuzione del TAN removal rate viene ulteriormente evidenziata dalla diminuzione della produzione di nitrati.

L'incremento del rapporto C/N porta ad un aumento della flora batterica eterotrofa fissata sul supporto filtrante che passa da 4,9×10<sup>2</sup> CFU/grammo di supporto filtrante (C/N 0) a 4,4×10<sup>4</sup> CFU/grammo di supporto filtrante (C/N 2), mentre i batteri rilasciati dal filtro passano da 4,9×10<sup>2</sup> CFU/ml a 3×10<sup>5</sup> CFU/ml (P=0,014) (Fig. 2). Esiste, dunque, una relazione lineare fra la biomassa fissata sul supporto filtrante e quella che si libera dai filtri (R<sup>2</sup>=0,9724).

Risulta interessante notare come il filtro, quando sottoposto ad un arricchimento con un C/N 0, si comporti anche da filtro meccanico, trattenendo batteri e solidi sospesi, mentre quando il C/N aumenta i filtri diventano produttori di biomassa batterica (dati non mostrati).

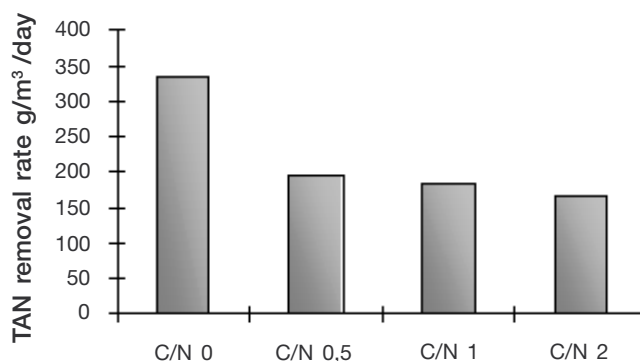


Fig. 1 - Efficienza di filtrazione media a differenti rapporti C/N.

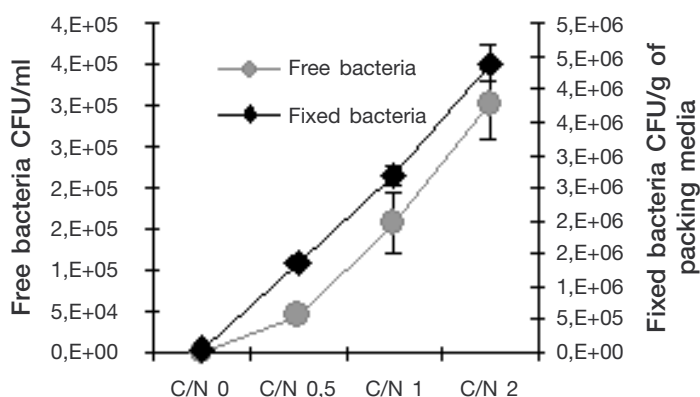
*Mean biofiltration efficiency at different C/N ratios.*

Fig. 2 - Abbondanza batterica eterotrofa a diversi rapporti C/N.

*Heterotrophic bacterial abundance at different C/N ratios.*

## Conclusioni

L'efficienza di filtrazione dei filtri biologici pilota si è rivelata, nel complesso, paragonabile a quella di filtri biologici di dimensioni maggiori utilizzati negli allevamenti, in cui in rapporto C/N è mediamente di 0,8. L'effetto inibitore della sostanza organica, messo in evidenza da Zhu e Chen (1999, 2001) utilizzando il saccarosio, è stato confermato in questo lavoro anche per quanto riguarda la sostanza organica, particolata.

Il processo di nitrificazione risulta sicuramente inibito dall'aumento della biomassa batterica eterotrofa che compete con i batteri nitrificanti, per lo spazio e per l'ossigeno, ma anche per l'ammoniaca (nitrificazione eterotrofa).

I batteri eterotrofi moltiplicandosi migliaia di volte più velocemente di quelli nitrificanti, se supportati da una adeguata quantità di carbonio, possono svilupparsi nelle parti superficiali del biofilm, rendendo difficile la diffusione dei soluti attraverso la matrice esopolisaccaridica verso gli strati inferiori, dove si trovano i batteri nitrificanti.

I risultati ottenuti in questo lavoro preliminare hanno permesso di aumentare i dati disponibili riguardo gli effetti della sostanza organica nei filtri biologici e, dunque, di integrare tali informazioni per il dimensionamento dei filtri biologici negli allevamenti. Inoltre, i dati di densità batterica sono stati inseriti in un modello di funzionamento del compartimento batterico nei RAS, attualmente in fase di sviluppo.

### Bibliografia

- BLANCHETON J.P. (2000) - Development in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquacult. Eng.*, **22**: 17-31.
- LÉONARD N., BLANCHETON J.P., GUIRAUD J.P. (2000) - Populations of heterotrophic bacteria in an experimental recirculating aquaculture system. *Aquacult. Eng.*, **22**: 109-120.
- LÉONARD N., GUIRAUD J.P., GASSET E., CAILLÈRES J.P., BLANCHETON J.P. (2001) - Bacteria and nutrients -nitrogen and carbon- in a recirculating system for sea bass production. *Aquacult. Eng.*, **26**: 111-127.
- TREGUER P., LA CORRE P. (1974) – Manual d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Utilisation de l'autoanalyseur II, Technicon® Université de Bretagne Occidentale (Publisher), Brest, France: 110 pp.
- ZHU S., CHEN S. (2001) – Effects of organic carbon on nitrification rate in fixed film biofilters. *Aquacult. Eng.*, **25**: 1-11.
- ZHU S., CHEN S. (1999) – An experimental study on nitrification biofilm performances using a series reactor system. *Aquacult. Eng.*, **20**: 245-259.

E. MONTELLA, S. MAZZOLA, R. ANGOTZI, S. GONCHAROV, G. BUSCAINO,  
A. CUTTITTA, S. ARONICA, A. BONANNO

Istituto di Ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, Sezione di Mazara dell'IAMC-CNR,  
Via L. Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
elenamontella74@hotmail.com

## PRIMI RISULTATI DI UN ESPERIMENTO DI ACCRESCIMENTO LARVALE DI ARINGHE (*CLUPEA HARENGUS*) IN DUE MESOCOSMI A DIFFERENTE DENSITÀ

### *FIRST RESULTS OF A GROWTH EXPERIMENT OF EARLY STAGE OF CLUPEA HARENGUS IN TWO DIFFERENT DENSITY MESOCOSM*

#### **Abstract**

*The main goal of this work is to show some results obtained with fertilization and incubation of Clupea harengus eggs and growth of early stages in two mesocosms. This method, already used for other species, permitted eggs fertilization of Clupea harengus, incubation until hatching and rearing of larvae until the last stage before juvenile condition. In this work, both the diet of the larvae and the age-length relationship of two sets of larvae maintained in two different density conditions will be described.*

**Key-words:** *Clupea harengus, feeding, mesocosms, larvae.*

#### **Introduzione**

La ricerca presentata nel lavoro è stata effettuata all'interno del progetto "Acoustic measurements of Clupeid larvae in mesocosm" svolto nell'ambito del programma Human Potential Programme, Access to Research Infrastructures per la Bergen Marine Food Chain Research Infrastructure. Il progetto prevedeva l'esecuzione di misure acustiche su larve di clupeidi in ambiente controllato (mesocosmo) usando larve di aringhe (*Clupea harengus*). Queste possono essere considerate abbastanza rappresentative di tutti i clupeidi sia dal punto di vista fisiologico che morfologico (Blaxter e Hunter, 1982). Tale specie, dato il suo largo sfruttamento mondiale, ha una elevata importanza economica ed è quindi da tempo ben studiata, anche per la relativa facilità a mantenerla in buone condizioni anche in particolari situazioni di stress. L'aringa si trova in abbondanza nell'area di Bergen in primavera e depone fra fine Marzo e inizio Aprile, periodo in cui è iniziata la sperimentazione.

#### **Materiali e metodi**

L'attività di ricerca è stata svolta dal Gruppo Interdisciplinare di Oceanografia dell'IRMA-CNR di Mazara del Vallo presso l'Austevoll Aquaculture Research Station dell'Institute of Marine Research di Bergen, dal 28 marzo al 17 giugno 2001.

Per la sperimentazione è stata utilizzata una piattaforma galleggiante sulla quale sono stati allestiti due mesocosmi (Gamble *et al.*, 1981). Schematicamente, questi sono costituiti da due buste di polietilene nere, di 6 metri di diametro e 8 metri di profondità con un volume nominale di 198 m<sup>3</sup> ed un volume reale

di 185 m<sup>3</sup>, chiuse sul fondo e sospese in mare dalla superficie. Per assicurare la circolazione dell'acqua marina nei mesocosmi, è stato installato un sistema idraulico funzionante continuamente durante tutto il periodo della sperimentazione. Lo svolgimento delle normali operazioni all'interno dei mesocosmi (campionamenti delle larve, campionamenti del plancton, misurazione dei parametri fisici dell'acqua, ecc.) è stato reso agevole grazie all'istallazione su ognuno dei due mesocosmi di una pedana connessa alla piattaforma.

Per tale lavoro sono state catturate con reti da posta aringhe mature, immediatamente trasportate in laboratorio dove la fertilizzazione delle uova è stata indotta artificialmente per avere un alto numero di larve fin dai primi stadi di sviluppo. La procedura di fertilizzazione delle uova è stata effettuata secondo un protocollo ben definito: 11 piatti di vetro o plexiglass (diametro circa 30×40 cm) sono stati posti in una vasca nella quale è stato creato un ricircolo di acqua di mare alla temperatura di circa 6 °C. Le uova prelevate dalle femmine mature sono state distribuite uniformemente sui piatti, circa 5-6 mila per piatto, a cui aderivano naturalmente, e successivamente fecondate con lo sperma di 4 maschi. Dopo circa 15-20 minuti, i piatti sono stati assemblati in gruppi (2 gruppi da 4 piatti e 1 da 3) e trasferiti negli incubatori dove i parametri fisici (temperatura, salinità e ossigeno) venivano monitorati. Non appena le uova hanno iniziato a schiudersi (dopo circa 18 giorni), i piatti sono stati trasferiti nei mesocosmi.

La prima schiusa è stata osservata il 9 aprile che è stato indicato come "giorno 0", ovvero la data di riferimento per lo sviluppo delle larve e a tale unità temporale sono riferite le relazioni ottenute mentre il trasferimento nei mesocosmi è stato effettuato il giorno 12 aprile. Le differenti condizioni di densità nei due mesocosmi sono state ottenute disponendo 1 piatto nel mesocosmo che viene definito a bassa densità (MBD) e 10 piatti nel mesocosmo che viene definito ad alta densità (MAD). La diversa concentrazione di larve nei due mesocosmi è dovuta alle differenti determinazioni acustiche che si intendevano effettuare: misure di Sv (Volume di Backscattering acustico) e TS. Per la prima determinazione, data la definizione di Sv, è necessario avere un'alta concentrazione di larve poiché le misure vengono eseguite sul volume di organismi presenti; per la determinazione del TS è invece necessaria una bassa concentrazione di larve per poter individuare lo scattering dal singolo individuo (Target Strength). Seguendo le indicazioni di Cushing e Mitson (1982) le concentrazioni avrebbero dovuto essere approssimativamente di circa 3 larve/m<sup>3</sup> per le misure di TS e circa 150 larve/m<sup>3</sup> per le misure di Sv, per un totale rispettivamente di 600 larve nel primo mesocosmo e 30000 nel secondo. La concentrazione effettiva di larve nei mesocosmi è incerta; questo è dovuto al fatto che non è stato possibile campionare correttamente le larve alle diverse profondità e che non si sono potuti calcolare fattori come la percentuale di uova realmente fecondate, la percentuale di uova schiuse e la mortalità delle larve durante la sperimentazione. In base alla esperienza acquisita dai ricercatori dell'istituto ospitante sull'allevamento di larve (halibut, merluzzi, salmoni) è stata stimata una percentuale di schiusa delle uova di circa il 90%. Con questo dato si può assumere che all'inizio della sperimentazione nel MAD erano presenti circa 45.000 larve mentre nel MBD circa 4500.

La dieta delle larve di aringhe è stata basata quasi esclusivamente su naupli e copepodi. Il cibo, immesso vivo nei mesocosmi, è stato prelevato giornalmente (o più volte al giorno) da una laguna di produzione e selezionato in base alla taglia (<250 µm e >80 µm). Un volume compreso fra 4 e 8 litri di acqua di mare con



zooplankton e in rapporto di circa un terzo nel MBD e due terzi nel MAD è stato suddiviso fra i due mesocosmi.

Il campionamento delle larve è stato eseguito con cadenza settimanale. Le catture sono state effettuate durante il periodo di massima illuminazione (fra le 11.00-14.00) usando una rete conica di nylon con maglia di 600 µm ed immediatamente portate in laboratorio per le misurazioni. I campioni sono stati anestetizzati con benzocaina (0.004%) e preparati per le misure morfometriche (Doyle, 1977), ovvero la lunghezza standard (SL), definita come la lunghezza della notocorda, l'altezza miotomale (MH), definita come lo spessore della notocorda misurata sotto la protusione anale, ed il peso secco (DW).

## Risultati

Al termine della sperimentazione, è stato possibile effettuare una stima del numero di larve sopravvissute utilizzando due tecniche differenti per i due mesocosmi. In particolare per il MBD è stato utilizzato il metodo acustico mentre per il MAD si è potuta fare una stima basandosi sul volume delle larve catturate.

La raccolta dei dati acustici è stata effettuata con l'Echosounder EK60 della SIMRAD Konsberg usando un trasduttore a 200 kHz avente tecnologia split beam. Per la successiva analisi dei dati è stato poi utilizzato il software di post-processing BI500.

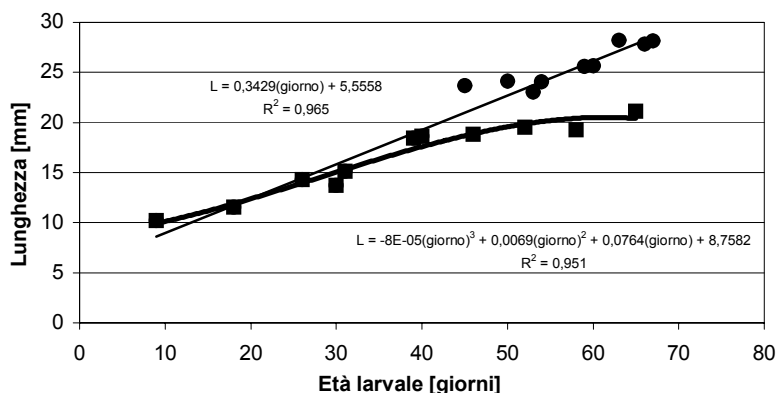


Fig. 1 - Curve di crescita per le larve di aringa nei due mesocosmi: linea sottile relativa al MBD, linea spessa relativa al MAD.

*Growth curves for the herring larvae in the two mesocosms: thin curve for MBD and thick curve for MAD.*

Per il calcolo della quantità di larve nel mesocosmo a bassa densità (MBD) è stato seguito il seguente metodo:

- il giorno 15 giugno, durante 15 minuti per un intervallo di profondità da 1-6 m (in intervalli di 0.5 m) e per periodi di 3 minuti si è calcolato il volume backscattering (Sv, dB) e la moda della distribuzione di TS. Il valore del volume

della densità larvale ( $r$ , larve/m<sup>3</sup>) è stato calcolato con la formula  $r=10(Sv-TS)/10$ . Così sono stati calcolati 50 valori di densità di volume e su questi sono stati valutati alcuni parametri statistici quali media, errore standard, deviazione standard e l'istogramma di distribuzione della densità. Il numero delle larve risulta moltiplicando la densità media per il volume del mesocosmo a bassa densità (185 m<sup>3</sup>). Da questo calcolo risultano circa 1900 larve con una percentuale di mortalità di circa il 57% (Fig. 2).

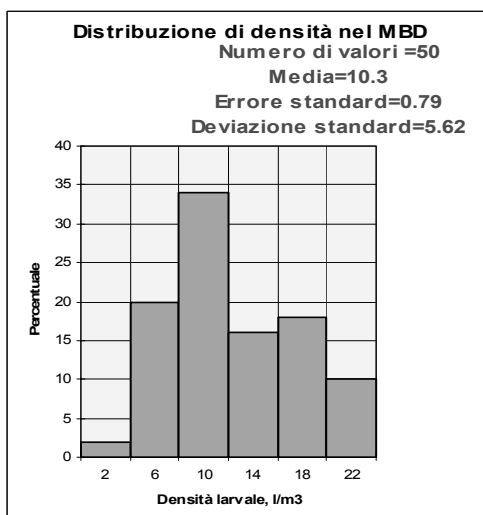


Fig. 2 - Distribuzione di densità delle larve nel mesocosmo a bassa densità (MBD).

*Volume density of larvae in low density mesocosm.*

Per il calcolo della quantità di larve nel mesocosmo ad alta densità (MAD) è stato seguito il seguente metodo:

- il giorno 14 giugno è stata effettuata la cattura delle larve nel suddetto mesocosmo utilizzando una rete a circuizione fino ad una profondità di 3 m. Successivamente le larve catturate sono state inserite in un tubo di plexiglas di volume noto. Conoscendo il volume occupato dalle larve all'interno del tubo e conoscendo il volume di una singola larva si è potuta effettuare una stima del numero di larve catturate cioè circa 1000. Tali larve però, come si evince dall'istogramma di distribuzione costruito sulla base dei dati acustici rilevati nello stesso giorno (Fig. 3), rappresentano solo il 20% circa del volume totale presente nel mesocosmo. Su questa base e considerando che di questo 20% circa il 15% delle larve è sfuggito alla cattura, è possibile fare una stima approssimativa del numero di larve sopravvissute alla fine della sperimentazione che ammontano a circa 6000 con un tasso di mortalità pari a circa l'80%. Tale tasso di mortalità decisamente maggiore di quello del MBD è presumibilmente dovuto alla maggiore densità di larve, ad una scarsa disponibilità di cibo ed alla presenza, in alcuni giorni, di predatori.

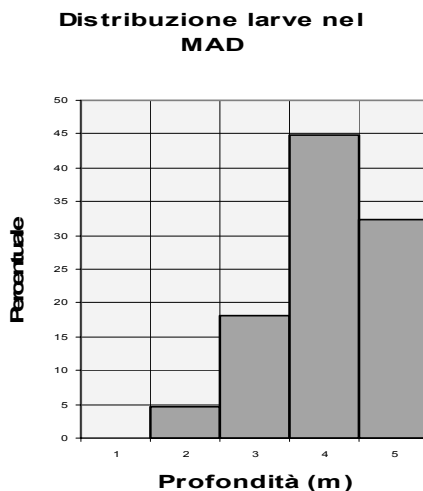


Fig. 3 - Distribuzione larve nel MAD.

*Larval distribution in the low density mesocosm.*

## Conclusioni

La sperimentazione ha permesso di seguire lo sviluppo degli esemplari fino agli ultimi stadi larvali prima del passaggio alla condizione giovanile (stadio 4a) consentendo di poter fare dei passi avanti nella ricostruzione dei passaggi chiave degli stadi di sviluppo.

Inoltre, grazie all'analisi morfometrica, si sono potute ottenere le curve di crescita delle larve di entrambi i mesocosmi dalle quali risulta evidente il differente andamento nel tempo. Queste differenze sono da attribuire alla diversa densità di larve nei due mesocosmi ed alla conseguente differente distribuzione di cibo.

## Bibliografia

- BLAXTER J.H.S., HUNTER J.R.H. (1982) - *Clupeids Fishes*. Advanced in Marine Biology, Blaxter Ed., Fredrick Yange, **20**.
- CUSHING D.H., MITSON R.B. (1982) - *Acoustic Sampling of fish larvae and their food*. Fish Ecology III, University of Miami, Technical Report No. 82008.
- DOYLE M.J. (1977) - Morphological staging system for the larval development of the herring, *Clupea harengus* L. *J. mar. Biol. Ass. UK*, **57**: 859-867.
- GAMBLE J.C., MACLACHLAN P., NICOLL N.T., BAXTER I.G. (1981) - Growth and feeding of Atlantic herring larvae reared in large plastic enclosure. In: R.Lasker and K.Sherman (eds), *The Early Life History of Fish*. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer, **178**: 121-134.

A. PAGLIARANI, P. BANDIERA, F. TROMBETTI, V. VENTRELLA,  
G. TRIGARI, A.R. BORGATTI

Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi", Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.  
apagliar@vet.unibo.it

## POSSIBILE RUOLO DELLE ATPasi Na-DIPENDENTI NELLA ESCREZIONE AZOTATA NELLA VONGOLA *TAPES PHILIPPINARUM*

### *POSSIBLE ROLE OF THE Na-DEPENDENT ATPase ACTIVITIES IN THE NITROGEN EXCRETION IN THE CLAM TAPES PHILIPPINARUM*

#### **Abstract**

*In the clam Tapes philippinarum (Bivalvia, Mollusca)  $\text{NH}_4^+$  can efficiently replace  $\text{Na}^+$  in the activation of the ouabain-insensitive ATPase and  $\text{K}^+$  in the Na, K-ATPase activation, constantly following simple saturation kinetics.  $\text{NH}_4^+$  cannot replace  $\text{Na}^+$  in the Na,K-ATPase activation. Maximal activation of gill ouabain-insensitive ATPase occurs at 80 mM  $\text{Na}^+$  or  $\text{NH}_4^+$  and that of the Na,K-ATPase at 10 mM  $\text{K}^+$  or  $\text{NH}_4^+$  both in the gills and in the mantle. Both ATPases may be presumptively involved in  $\text{NH}_4^+$  transport across the plasma membrane.*

**Key-words:** enzymatic activity, cell membranes, ammonia, excretion, clam culture.

#### **Introduzione**

L'azoto ammoniacale, nelle due forme  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ , è il principale composto azotato escreto dagli animali acquatici. Benchè i meccanismi dell'azione tossica non siano ancora completamente chiariti, è noto che un accumulo di questo contaminante nell'acqua di allevamento può limitare la produzione di molluschi in acquacoltura (Huchette *et al.*, 2003). Molluschi bivalvi esposti a concentrazioni subletali di questo contaminante hanno mostrato variazioni delle attività ATPasiche Na-dipendenti microsomiali, la Na,K-ATPasi e la Na-ATPasi insensibile all'ouabaina, ambedue implicate nella regolazione ionica cellulare (Pagliarani *et al.*, 1996). In *Tapes philippinarum* l'attivazione di queste ATPasi in animali esposti a concentrazioni di azoto ammoniacale elevate, in assenza di mortalità o manifestazioni di sofferenza, ha fatto pensare che le due attività enzimatiche possano essere in qualche modo coinvolte nei meccanismi di regolazione di  $\text{NH}_4^+$  cellulare. Abbiamo quindi approfondito in questa specie lo studio dell'interazione dello ione  $\text{NH}_4^+$  con le due ATPasi in preparazioni microsomiali di branchie e di mantello.

#### **Materiali e metodi**

Le attività della NaK-ATPasi e della Na-ATPasi sono state determinate spettrofotometricamente in preparazioni microsomiali di branchie e mantello di *T. philippinarum* provenienti da allevamenti nell'Adriatico settentrionale ed espresse in micromoli di fosfato liberato  $\cdot\text{mg prot}^{-1}\cdot\text{ora}^{-1}$  (Pagliarani *et al.*, 1996). Tutte le determinazioni dell'attività ATPasica insensibile all'ouabaina sono state effettuate in presenza di ouabaina 1 mM, per eliminare possibili interferenze da parte della coesistente Na,K-ATPasi, inibita completamente da questa concentrazione di glicoside.

La sostituibilità da parte di  $\text{NH}_4^+$  del  $\text{Na}^+$  e del  $\text{K}^+$  nell'attivazione della Na, K-ATPasi e del  $\text{Na}^+$  in quella della Na-ATPasi è stata verificata determinando in parallelo le attività ATPasiche in presenza dei cationi monovalenti attivanti "classici" e in presenza di  $\text{NH}_4^+$  al posto di  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ . Le curve di dipendenza delle attività enzimatiche dalla concentrazione di  $\text{K}^+$  o  $\text{NH}_4^+$  per la Na,K-ATPasi e da  $\text{Na}^+$  o  $\text{NH}_4^+$  per l'ATPasi insensibile all'ouabaina sono state quindi costruite immettendo nel sistema di reazione concentrazioni crescenti di un catione in assenza di quello sostituito e mantenendo costanti tutti gli altri parametri. La cinetica di attivazione è stata saggiata calcolando il coefficiente di Hill  $h$  dal diagramma di Hill nell'ambito di concentrazioni di  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$  attivanti. Le  $K_m$  apparenti sono state calcolate dai diagrammi dei doppi reciproci (Ventrella *et al.*, 1987).

Ciascun dato è riportato come valore medio  $\pm$  errore standard di almeno 3 determinazioni provenienti da 3 pool di animali.

## Risultati

Lo ione  $\text{NH}_4^+$  può sostituire efficacemente il  $\text{K}^+$ , ma non il  $\text{Na}^+$  per la Na,K-ATPasi, confermando dati di letteratura (Ventrella *et al.*, 1987); può invece sostituire il  $\text{Na}^+$  nell'attivazione della ATPasi branchiale insensibile all'ouabaina. Nel mantello, per la scarsa attività della Na-ATPasi, è stato possibile considerare solo la Na,K-ATPasi. Lo ione ammonio ha presentato un "comportamento" del tutto simile al catione sostituito (Tab. 1): la cinetica di attivazione è risultata sempre micheliana ( $h \sim 1,0$ ); il massimo di attivazione si è avuto per la stessa concentrazione di  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{Na}^+$  per l'ATPasi insensibile all'ouabaina nelle branchie, come pure di  $\text{K}^+$  o  $\text{NH}_4^+$  per la Na,K-ATPasi sia nelle branchie che nel mantello. Nelle branchie l'ATPasi insensibile all'ouabaina ha mostrato affinità simile per  $\text{Na}^+$  o  $\text{NH}_4^+$ , e analogamente, in ambedue i tessuti, la Na,K-ATPasi per  $\text{K}^+$  o  $\text{NH}_4^+$ .

Tab. 1 - Concentrazioni ottimali (C.O.), coefficienti di Hill ( $h$ ) e valori di  $K_m$  per i cationi attivanti.  
*Optimal concentrations (C.O.), Hill coefficients ( $h$ ) and  $K_m$  values for the activating cations.*

| Cationi monovalenti          | BRANCHIE           |               |                | MANTELLO           |               |               |
|------------------------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|
|                              | C.O.(mM)           | $h$           | $K_m$ (mM)     | C.O. mM            | $h$           | $K_m$ (mM)    |
| $\text{Na}^+, \text{K}^+$    | $\text{K}^+$ 10    | $1,4 \pm 0,1$ | $3,6 \pm 1,0$  | $\text{K}^+$ 10    | $1,3 \pm 0,2$ | $1,2 \pm 0,4$ |
| $\text{Na}^+, \text{NH}_4^+$ | $\text{NH}_4^+$ 10 | $1,2 \pm 0,1$ | $2,9 \pm 0,7$  | $\text{NH}_4^+$ 10 | $1,1 \pm 0,2$ | $1,4 \pm 0,3$ |
| $\text{Na}^+ *$              | $\text{Na}^+$ 80   | $1,3 \pm 0,1$ | $37,5 \pm 1,7$ | non determinabili  |               |               |
| $\text{NH}_4^+ *$            | $\text{NH}_4^+$ 80 | $1,2 \pm 0,1$ | $35,5 \pm 3,5$ |                    |               |               |

\* in presenza di ouabaina 1 mM

## Conclusioni

Ambedue le ATPasi attivate da  $\text{NH}_4^+$  con modalità simili a  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  potrebbero essere coinvolte nel trasporto di  $\text{NH}_4^+$ , analogamente a  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , attraverso la membrana plasmatica: in particolare l'ATPasi ouabaina-insensibile, più sensi-

bile all'esposizione dei molluschi a  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ , e attivata aspecificamente da  $\text{Na}^+$  o  $\text{NH}_4^+$ , potrebbe essere coinvolta direttamente nell'escrezione di  $\text{NH}_4^+$ , specialmente in condizioni di forte accumulo di ammoniaca.

### Bibliografia

- HUCHETTE S.M.H, KOH C.S., DAY R.W. (2003) - Growth of juvenile blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in aquaculture tanks: effect of density and ammonia. *Aquaculture*, **219**: 457-470.
- PAGLIARANI A., VENTRELLA V, TROMBETTI F., PIRINI M., TRIGARI G., BORGATTI A.R. (1996) - Mussel microsomal  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ -ATPase sensitivity to waterborne mercury, zinc and ammonia. *Comp. Biochem. Physiol.*, **113C**: 185-191.
- VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TRIGARI G., TROMBETTI F., BORGATTI A.R. (1987) - *Comp. Biochem. Physiol.*, **88B**: 691-695.

La ricerca è stata svolta con fondi RFO alla Prof.ssa Borgatti.

M. PELLIZZATO, T. GALVAN, P. PENZO

Agri.Te.Co., Via C. Mezzacapo, 15 - 30175 Marghera (VE), Italia.  
pellizzato@agriteco.com

## MONITORAGGIO DELLE PRINCIPALI AREE DI RECLUTAMENTO DI *TAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS & REEVE, 1850) IN LAGUNA DI VENEZIA

### *MONITORING OF THE MAIN RECRUITMENT AREAS OF TAPES PHILIPPINARUM (ADAMS & REEVE, 1850) IN THE VENICE LAGOON*

#### **Abstract**

*To guarantee criteria of compatibility and sustainability, the production of the Manila clam, *T. philippinarum*, will finally have to abandon the free access fishing system and be based on breeding in certain areas and the rational management of juveniles (wild seed). The present study aims to identify and characterise the main nursery areas of *T. philippinarum* present in the lagoon of Venice and to monitor the populations, with particular attention to the samples that have just settled or are older than 0+.*

**Key-words:** *Tapes philippinarum*, recruitment, nursery grounds, clam culture, Venice lagoon.

#### **Introduzione**

In laguna di Venezia la produzione della vongola filippina *Tapes philippinarum*, per garantire criteri di compatibilità e sostenibilità ambientale, dovrà abbandonare definitivamente il sistema di pesca in regime di libero accesso, basandosi sull'allevamento in aree in concessione e sulla gestione razionale dei giovanili (seme selvatico), importante "collo di bottiglia" per il successo di questa attività produttiva.

Il presente studio, che si inserisce nell'ambito delle ricerche condotte su reclutamento e insediamento di giovanili di molluschi bivalvi da parte di questo gruppo di lavoro (Caberlotto *et al.*, 2003; Pellizzato *et al.*, 2003; Penzo *et al.*, 2003), si è posto l'obiettivo di individuare e caratterizzare le principali aree "nursery" di *T. philippinarum* presenti in laguna e di seguirne i popolamenti, con particolare riguardo agli esemplari appena insediati o di età 0+.

#### **Materiali e metodi**

A partire da novembre 2002 in varie aree della laguna di Venezia, note per l'insediamento naturale di *T. philippinarum*, sono state effettuate alcune indagini preliminari con un rastrello manuale modificato (dotato di una rete di maglia 1 mm). Dalla primavera 2003, sono state condotte, con frequenza stagionale, 4 campagne di ricerca in 23 stazioni localizzate nel bacino centrale e settentrionale della laguna di Venezia. Questi prelievi sono stati effettuati utilizzando una draga idraulica, costituita da una gabbia rigida in acciaio a forma di parallelepipedo (larghezza 50 cm; altezza 25 cm; profondità 27 cm), dotata di un sacco in rete con maglia da 4 mm. In ogni stazione sono state effettuate pesche pari ad una superficie di 5 m<sup>2</sup>; al termine del prelievo, il contenuto della rete è stato sottoposto a setacciatura (setacci con maglia da 1 mm) e cernita. Le vongole raccolte sono



state contate, misurate (calibro - precisione 0,1 mm) ed esaminate nella struttura conchigliare.

## Risultati

Le serie campionarie hanno permesso di verificare le aree a maggior reclutamento per *T. philippinarum*, fornendo indicazioni sulla sua distribuzione spazio-temporale. I campioni effettuati inizialmente (novembre '02), per una prima caratterizzazione del bacino centrale della laguna, hanno permesso di individuare all'interno di un'estesa area, una zona (C6 - Fig. 1) con una elevata densità di giovanili (reclutamento estate '02), stimata in circa 2.000 ind.  $m^{-2}$  (autunno '02, L media: 7,6 mm), scesa poi a circa 800 ind.  $m^{-2}$  (inverno '03, L media: 11,1 mm) e quindi ulteriormente ridotta a 14 ind.  $m^{-2}$  (primavera '03, L media 14,8 mm). Una analoga situazione è stata verificata in una seconda stazione (C4 - Fig. 1), dove è stato registrato un progressivo calo della densità da circa 1.000 ind.  $m^{-2}$  (primavera '03), a 167 ind.  $m^{-2}$  (estate '03) ed infine a 38 ind.  $m^{-2}$  (autunno '03).

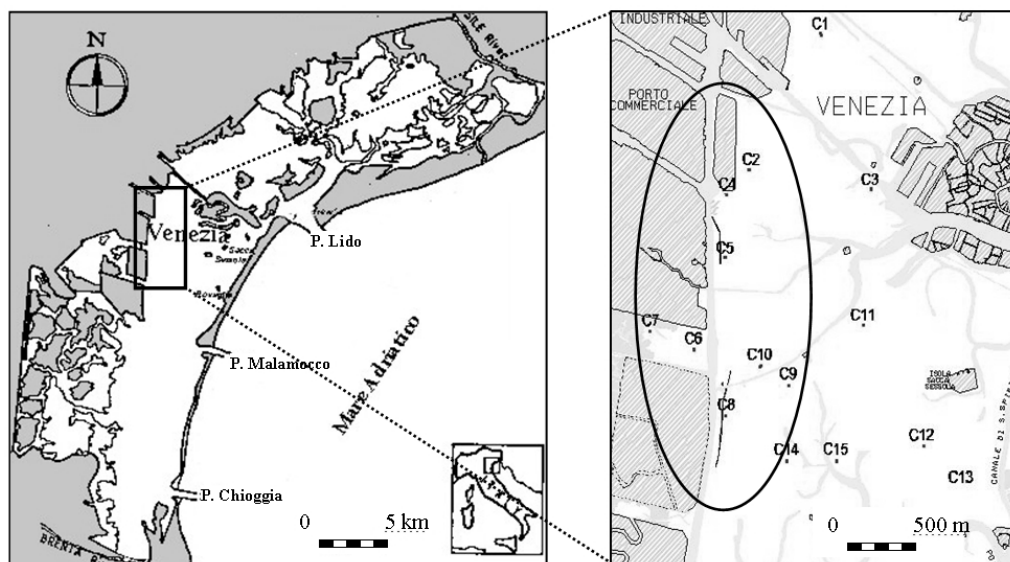


Fig. 1 - Area di campionamento di *T. philippinarum* in laguna di Venezia. L'ellissi indica la principale area nursery all'interno del bacino centrale.

*Sampling area of T. philippinarum in Venice Lagoon. The ellipse marks the main nursery area in the Central Basin.*

A conferma della vocazione di area “nursery” per *T. philippinarum* della zona geograficamente delimitata dal Canale Contorta a Sud, dalla zona industriale di Porto Marghera a Ovest e dal ponte translagunare (Ponte della Libertà) a Nord, nel corso del 2003 il reclutamento è stato registrato con densità fino a 46,8 ind. $m^{-2}$

(maggio '03) in 8 delle 15 stazioni del bacino centrale (Fig. 1). Allontanandosi in direzione Est e Sud da tale zona, si manifesta un gradiente negativo nella distribuzione della vongola filippina con presenza dei giovanili comprese tra 0,2 e 24 ind. m<sup>-2</sup>. Tali valori sconsiglierebbero il prelievo di esemplari sottomisura a scopo di risemina, in quanto sono in grado di garantire una gestione dell'area secondo pratiche conosciute come "cultured based fisheries". Il seme potrebbe invece essere raccolto nelle aree più produttive prossime a Porto Marghera (area evidenziata in Fig. 1 - attualmente sotto vincolo sanitario), essendo stata recentemente verificata la capacità di vongole filippine giovanili di eliminare inquinanti organici (anche diossine), una volta trasferiti per un periodo di tempo adeguato in acque salubri (Monti, 2002).

Nel bacino Nord della laguna non è stata rilevata alcuna estesa area naturale di insediamento massivo, anche se l'elevata densità dei riproduttori all'interno delle concessioni per venericoltura potrebbe in futuro favorire lo sviluppo di nuove aree "nursery" anche in questa parte della laguna, che sino ad oggi è stata sede di una limitata produzione naturale.

Confrontando le densità di *T. philippinarum* con quelle stimate nel 1999 (Casale *et al.*, 2001), si osserva il depauperamento della risorsa: con l'avvio in questi ultimi anni delle attività di venericoltura, lo sforzo di pesca ha interessato anche le taglie giovanili per sostenere gli allevamenti delle concessioni interne alla laguna di Venezia e di quelle presenti in altre realtà produttive Nord adriatiche (lagune di Marano-Grado e del Delta del Po).

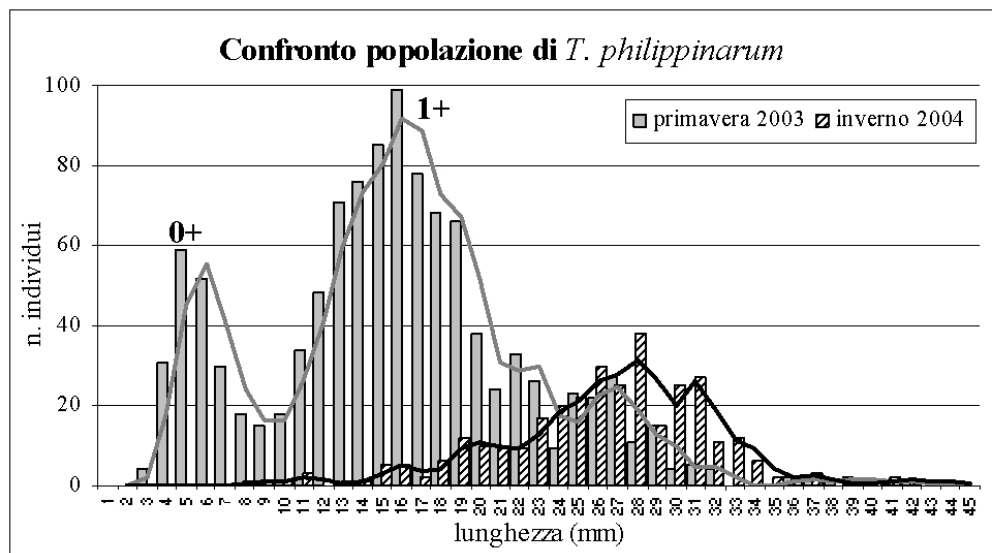


Fig. 2 - Distribuzione per taglia di *T. philippinarum* nel bacino centrale della laguna di Venezia. Confronto primavera 2003 (n.=1.102) e inverno 2004 (n=327).

*Length size distribution of T. philippinarum in the central basin of Venice lagoon. Comparison between spring 2003 and winter 2004.*

Nella Fig. 2 sono confrontate le distribuzioni per taglia, risultato della somma di tutti gli individui delle 15 stazioni campionate in laguna centrale a distanza di circa un anno. In primavera la nuova classe 0+ (< 10 mm) è ben riconoscibile, così come la classe 1+ (10-25 mm); in inverno '04 risulta evidente la forte riduzione numerica delle taglie inferiori ai 25 mm e la penuria di giovanili che portano la popolazione ad una distribuzione pressoché uni-modale.

## Conclusioni

I risultati ottenuti nel corso della ricerca suggeriscono una serie di urgenti misure gestionali, la cui applicazione si rivelerebbe di primaria importanza per garantire l'indispensabile sostenibilità (biologica, ambientale, produttiva e socio-economica) che le attività di pesca e allevamento della vongola filippina richiedono soprattutto in laguna di Venezia. Tali misure si riferiscono a:

- innalzamento del divieto della taglia minima di prelievo del seme a 10-15 mm, in modo da limitare l'impatto degli attrezzi da pesca sugli esemplari neo-inseziati;
- istituzione di un periodo di "riposo biologico" (da maggio a ottobre) all'interno delle principali aree nursery lagunari;
- definizione di quantitativi di seme massimi pescabili e loro destinazione all'interno di concessioni lagunari, secondo precisi piani di semina;
- controllo della vendita/cessione di seme al di fuori della laguna di Venezia;
- avvio di azioni di salvaguardia dei riproduttori, che tutelino gli stock di vongole adulte, con l'istituzione ad esempio di "aree santuario", ed azioni di ripopolamento mirate ad aumentare la densità dei banchi per il rimescolamento genetico, atto a favorire il successo riproduttivo della specie.

## Bibliografia

- CABERLOTTO S., PELLIZZATO M., BRESSAN M. (2003) - A successful method of collecting Manila clam spat (*Tapes philippinarum*) in the Venice lagoon. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 415-417.
- CASALE M., GIOVANARDI O., GRIMM F., OREL G., PESSA G. (2001) - Distribuzione ed abbondanza delle principali specie di molluschi bivalvi nella laguna di Venezia nell'estate 1999, con particolare riguardo per *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850). *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 413-423.
- MONTI C. (2002) - Valutazione del rischio sanitario di screening relativo ai sedimenti della laguna di Venezia. *Biologi Italiani*, **32** (11): 14 pp.
- PELLIZZATO M., ROCCO R., FOLIN D., BRESSAN M., GALVAN T., PENZO P., VENTRAMINI A., CABERLOTTO S., PELÀ L. (2003) - Verifica del reclutamento del seme di *Tapes philippinarum* in laguna di Venezia. *I Quaderni Scientifici della Lega Pesca*, **8** (1): 48 pp.
- PENZO P., PELLIZZATO M., GALVAN T. (2003) - Reclutamento e accrescimento del seme di *Tapes philippinarum* in un'area della laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 473-476.

Questo studio è stato condotto con il contributo del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, nell'ambito del VI° Piano Triennale per la Pesca e l'Acquacoltura.

M. PELLIZZATO, T. GALVAN, P. PENZO

Agri.Te.Co., Via C. Mezzacapo, 15 - 30175 Marghera (VE), Italia.

## PROSPETTIVE DI OSTREICOLTURA IN ALTO ADRIATICO

### *PROSPECTIVES FOR OYSTER CULTURE IN THE UPPER ADRIATIC*

#### **Abstract**

Two species of oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) and *Ostrea edulis* L., were placed and bred in two different areas: in a "valle da pesca" (marginal biotope) in the Venice lagoon (Dogà Valley) and in a long-line mussel farm in the North Adriatic Sea (Adriamar, Jesolo-Ve) to develop protocols for the breeding of oysters and to encourage the extension of such policies to potentially suitable areas. The experimental results, favourable from the biological-productive aspect, encouraged some breeders to undertake new policies of oyster culture. However, the economic-managerial aspects must still be verified (in terms of cost, revenue and human resources), which represent the main drawback of a revival of Italian oyster culture on a large scale.

**Key-words:** *Ostrea edulis*, *Crassostrea gigas*, oyster culture, Adriatic sea, Venice lagoon.

#### **Introduzione**

Nell'ambito delle iniziative finanziate dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, è stata intrapresa una sperimentazione, con il coinvolgimento di alcuni produttori, per la messa a punto di protocolli per l'allevamento di ostriche, per favorire l'estensione di tali pratiche ad aree potenzialmente vocate.

Già in passato i positivi risultati di alcuni studi condotti in laguna di Venezia (Pellizzato e Da Ros, 1985; Pellizzato e Renzoni, 1986), ne avevano dimostrato la fattibilità tecnica, ma non avevano trovato le condizioni per svilupparsi in concrete iniziative produttive su scala commerciale. La necessità di diversificare il settore della molluschicoltura, attualmente limitato alla mitilicoltura e alla venericoltura, richiede lo sviluppo di nuove filiere produttive che si avvalgano di sistemi compatibili e sostenibili, sia sotto l'aspetto ambientale che quello socio-economico.

#### **Materiali e metodi**

La sperimentazione ha interessato due specie di ostriche, *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea gigas* (Thunberg).

Nel mese di ottobre 2002, n. 3.500 esemplari di *C. gigas* (L media 7,7 mm; P medio 0,07 g) prodotti nello schiuditoio di Goro dell'Università di Ferrara, sono stati posti ad allevare in ceste in sospensione in un'area protetta della Valle Dogà (bacino Nord della laguna di Venezia, Fig. 1). Al termine della fase di svezza-mento e pre-ingrasso, durata circa 7 mesi, il lotto è stato trasferito nell'impianto di mitilicoltura long-line della Coop. Adriamar (litorale di Jesolo-Cavallino, Venezia - Fig. 1), per le successive fasi di ingrasso.

La densità di allevamento è stata via via diradata con la crescita delle ostriche; durante la fase di ingrasso in mare in ogni settore sono stati posti 45 esemplari, per un peso medio di 1,2 kg.

Nel gennaio 2003, n. 4.000 esemplari di *O. edulis* sono stati sistemati all'interno di contenitori (lanter-net) e posti in sospensione nello stesso impianto di mitilicol-

tura in mare (Fig. 1). Questo lotto, pescato dai banchi naturali antistanti il litorale di Cattolica (RN), presentava inizialmente una lunghezza media di 64,4 mm e un peso medio di 45,08 g. La densità di allevamento è stata di 30 esemplari per settore, corrispondenti mediamente a 9,1 kg/lanterna (7 settori con 1,3 kg l'uno).

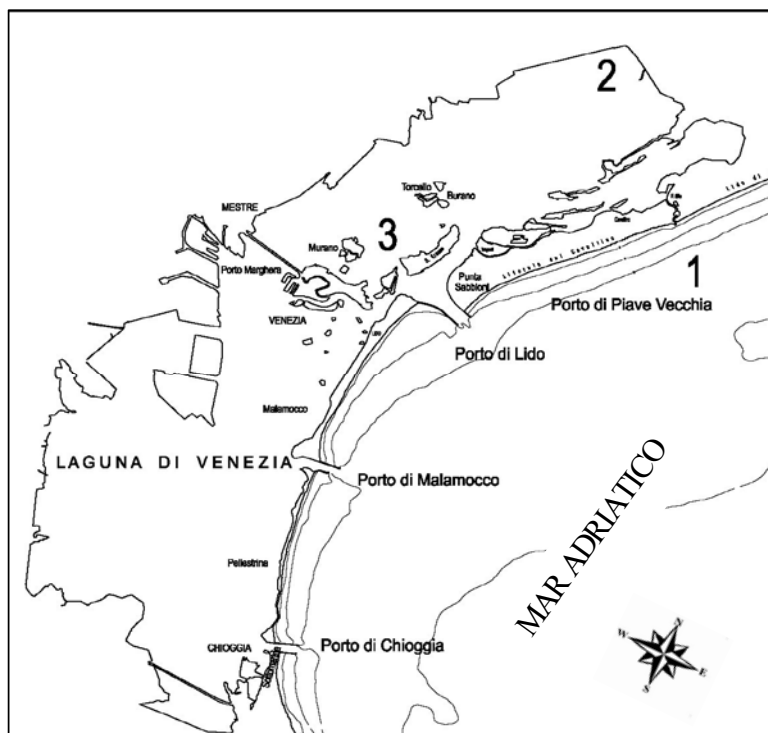


Fig. 1 - Aree prescelte per attività sperimentali in ostricoltura. 1: Impianto di mitilicoltura long-line; 2: Valle Dogà; 3: Concessione in laguna.

*Areas for experimental activities of oyster culture. 1: Long-line mussel farm; 2: Dogà Valley; 3: Concession in Venice lagoon.*

Periodici campionamenti sono stati effettuati per registrare i parametri biometrici quali lunghezza (con calibro - precisione 0,1 mm, o tavola ittiometrica - precisione 0,25 cm), e peso (bilancia analitica di laboratorio per il seme - precisione 0,01 g, o dinamometro da campo - precisione 5 g), per la valutazione della mortalità (istantanea e cumulativa), e per le necessarie operazioni di pulizia per il controllo degli epibionti.

## Risultati

I dati relativi a *C. gigas* evidenziano un rapido incremento nel primo mese di permanenza in valle, seguito da una fase di modesta crescita nei mesi invernali e da una successiva ripresa, a partire da febbraio 2003.

Nel periodo di svezzamento e pre-ingrasso, si è passati da una taglia media iniziale di 7,7 mm a quella finale di 52,2 mm con un incremento ponderale da 0,07 a 10,53 g.

La mortalità cumulativa, in questa prima fase di allevamento (8,57%), è riconducibile principalmente al distacco delle ostrichine dal fondo e dalle pareti dei contenitori di allevamento, nonché alle operazioni di pulizia e manipolazione.

Durante la successiva fase di ingrasso (12 mesi), il lotto ha raggiunto la taglia media di 77,2 mm e il peso medio di 56,50 g. Complessivamente, nell'arco della sperimentazione, la mortalità è risultata del 14,13%; durante il periodo estivo della fase condotta in mare si è verificato un picco di mortalità, comunque contenuto, del 5,56% (Tab. 1).

Tab. 1 - Lunghezza media, peso medio e mortalità di *C. gigas* registrata nel corso della sperimentazione.

*Mean length, mean weight and mortality of C. gigas reached during the trial.*

| <i>C. gigas</i>          | Svezzamento e pre-ingrasso in Valle Dogà |        |        |        |        |        |        | Ingrasso in mare |        |        |
|--------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|
|                          | ott-02                                   | nov-02 | gen-03 | feb-03 | mar-03 | apr-03 | mag-03 | ott-03           | feb-04 | mag-04 |
| lunghezza media (mm)     | 7,7                                      | 19,9   | 22,1   | 26,4   | 32,6   | 41,9   | 52,2   | 62,5             | 77,6   | 77,2   |
| dev. st.                 | 2,1                                      | 6,1    | 8,1    | 6,5    | 8,3    | 8,2    | 10,0   | 5,4              | 8,6    | 7,2    |
| peso medio (g)           | 0,07                                     | 0,75   | 0,95   | 1,09   | 2,95   | 6,35   | 10,53  | 36,16            | 55,42  | 56,50  |
| dev. st.                 | 0,05                                     | 0,50   | 0,74   | 0,87   | 1,50   | 2,25   | 3,92   | -                | -      | -      |
| mortalità istantanea (%) | 0,00                                     | -      | 6,57   | -      | 1,01   | -      | 1,14   | 5,56             | 0,00   | 0,00   |
| mortalità cumulativa (%) | 0,00                                     | -      | 6,57   | -      | 7,51   | -      | 8,57   | 14,13            | 14,13  | 14,13  |
| n. esemplari             | 142                                      | 103    | 40     | 95     | 80     | 200    | 155    | 425              | 180    | 180    |

Per quanto riguarda *O. edulis*, l'accrescimento è risultato di circa 23 mm in 16 mesi di allevamento. Il peso è quasi triplicato, passando da 45,08 g medi iniziali a 122,10 g medi nel maggio 2004.

La mortalità istantanea, contenuta nei primi mesi, ha registrato un picco nel campionamento di settembre 2003 (32,18%), probabilmente a causa delle alte temperature verificatesi nel periodo estivo. Complessivamente si è avuta la perdita del 40,64% del prodotto (Tab. 2).

Tab. 2 - Lunghezza media, peso medio e mortalità di *O. edulis* registrata nel corso della sperimentazione.

*Mean length, mean weight and mortality of O. edulis reached during the trial.*

| <i>Ostrea edulis</i>     | Ingrasso e finissaggio in mare |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                          | gen-03                         | mar-03 | apr-03 | mag-03 | lug-03 | set-03 | feb-04 | mag-04 |
| lunghezza media (mm)     | 64,4                           | 64,0   | 63,7   | 67,3   | 74,6   | 79,5   | 87,9   | 86,1   |
| dev. st.                 | 7,1                            | 7,0    | 6,7    | 6,5    | 6,8    | 8,0    | 9,2    | 9,0    |
| peso medio (g)           | 45,08                          | 46,46  | 48,42  | 52,11  | 62,20  | 83,80  | 111,34 | 122,10 |
| mortalità istantanea (%) | 0,00                           | 1,67   | 0,97   | 0,24   | 0,98   | 32,18  | 6,20   | 1,83   |
| mortalità cumulativa (%) | 0,00                           | 1,70   | 2,62   | 2,86   | 3,81   | 34,76  | 38,81  | 40,64  |
| n. esemplari             | 420                            | 413    | 409    | 408    | 202    | 274    | 257    | 107    |

Le prove di allevamento effettuate hanno fornito per entrambe le specie buoni risultati: oltre ai notevoli tassi di accrescimento ed alle mortalità contenute, va sottolineato anche l'aspetto esteriore raggiunto dalle ostriche, che mostravano un consistente margine conchigliare di recente costituzione, nonché forma e peso gradito dal mercato. L'esame autoptico del prodotto non rivelava particolari epibionti nocivi, come ad esempio spugne del genere *Clione*) o parassitosi: solo alcune ostriche sono state attaccate, in forma lieve, da *Polydora* sp. In un recente studio (Orban *et al.*, 2004) è stata sottolineata l'elevata qualità di *C. gigas* allevata in Valle Dogà, sotto molteplici aspetti, quali quelli igienico-sanitari, nutrizionali e merceologici.

Come già riscontrato in passato (Pellizzato *et al.*, 1998; Caberlotto *et al.*, 2003) l'ambiente lagunare-vallivo si è dimostrato, sia per la sua localizzazione che per le caratteristiche ambientali, un'area ottimale per le fasi di svezzamento e pre-ingrasso delle ostriche, mentre il mare Adriatico ha mostrato ancora una volta le potenzialità produttive per queste due specie di molluschi eduli lamellibranchi.

## Conclusioni

I risultati ottenuti nel corso della sperimentazione sono stati incoraggianti sotto l'aspetto biologico-produttivo (buoni tassi di crescita, limitata mortalità, aspetto del prodotto, ecc.); la facilità con cui è stato possibile superare le varie fasi di lavorazione delle ostriche (pulizia, controllo delle densità, gestione dei contenitori, ecc.), anche parallelamente alle ormai consolidate pratiche di lavorazione dei mitili, ha spinto alcuni allevatori ad intraprendere nuove pratiche di ostricoltura sia in mare che in laguna. Occorrerà comunque verificare in modo approfondito gli aspetti economico-gestionali (in termini di costi, ricavi e risorse umane), che sembrano rappresentare il principale limite per un rilancio della produzione ostreicola italiana su più ampia scala.

## Bibliografia

- CABERLOTTO S., GALVAN T., PELLIZZATO M. (2003) - Molluschicoltura in biotopi marginali della laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 412-414.
- ORBAN E., DI LENA G., MASCI M., NEVIGATO T., CASINI I., CAPRONI R., GAMBELLI L., PELLIZZATO M. (2004) - Growth, aquatic environment, nutritional quality and safety of oysters (*Crassostrea gigas*) cultured in the lagoon of Venice (Italy). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **84**: 1929-1938.
- PELLIZZATO M., RENZONI A. (1986) - Raccolta di seme di *Mytilus galloprovincialis* LMK, *Ostrea edulis* L., e *Crassostrea gigas* (Thunberg) e loro allevamento in laguna di Venezia. *Nova Thalassia*, **8** (3): 381-392.
- PELLIZZATO M., DA ROS L. (1985) - Allevamento sperimentale di *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea gigas* in laguna di Venezia. *Oebalia*, **9** (3): 891-893.
- PELLIZZATO M., LIBRALATO M., NESTO N. (1998) - Molluschicoltura in biotopi marginali della laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1917-1926.

Questo studio è stato condotto con il contributo del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, nell'ambito del VI° Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura.



E. PRATO, C. CAROPPO, F. BIANCOLINO, E. CASALINO<sup>1</sup>, G. CALZARETTI<sup>1</sup>,  
T. VERRI<sup>2</sup>, M. PASTORE

Istituto Ambiente Marino Costiero - CNR, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
prato@istta.le.cnr.it

<sup>1</sup>D.F.B. Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari, Bari, Italia.

<sup>2</sup>Laboratorio di Fisiologia Generale, Di.S.Te.B.A., Università di Lecce, Lecce, Italia.

## **MODIOLUS BARBATUS SOTTOPOSTO A DIFFERENTI DIETE FITOPLANCTONICHE MONOSPECIFICHE**

### **MODIOLUS BARBATUS FED DIFFERENT MICROALGAL MONOSPECIFIC DIETS**

#### **Abstract**

*The aim of this work was to study both growth and biochemical composition of M. barbatus juveniles feeding monospecific cultures of Isochrysis galbana, Tetraselmis suecica, Dunaliella tertiolecta and Phaeodactylum tricornutum. The results obtained suggest that M. barbatus juveniles respond differently to monospecific algal administration, with T. suecica and I. galbana being the most interesting species under the nutritional point of view as they support the highest increase in growth.*

**Key-words:** Modiolus barbatus, growth, biochemical composition, feeding monospecific.

#### **Introduzione**

In Italia l'allevamento del *Modiolus barbatus* non viene praticato per mancanza di aree nursery di reclutamento naturale, benché il prodotto rappresenti un'importante risorsa nella produzione dei molluschi. Ai fini di un possibile avvio produttivo in acquacoltura di questa specie si è voluto studiare l'efficacia di alcune specie fitoplanctoniche nel determinare un rendimento in termini di accrescimento in fase giovanile. La somministrazione di diete di semplice composizione costituisce un metodo utile per ottenere informazioni immediate sugli effetti delle varie componenti dietetiche sulla crescita e sul metabolismo degli animali (Prioli *et al.*, 1998; Fotel *et al.*, 1999). Turolla *et al.* (2002) utilizzano una miscela di quattro specie microalgali (*Thalassiosira pseudonana*, *Chaetoceros gracilis*, *C. calcitrans*, *Tetraselmis suecica*) per l'alimentazione nei primi stadi larvali e postlarvali. La maggior conoscenza della risposta biologica dell'animale in accrescimento ad una dieta fitoplanctonica calibrata potrebbe risultare importante nella scelta delle condizioni più idonee alla sua ulteriore crescita.

#### **Materiali e metodi**

L'accrescimento di modiolio è stato studiato in risposta a quattro diete monospecifiche di: *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella tertiolecta* e *Phaeodactylum tricornutum*. Per ciascuna alga sono stati utilizzati 55 modiolli, mediamente lunghi  $24,8 \pm 4,3$  mm (quelli alimentati con *T. suecica* e *I. galbana*) e  $30,4 \pm 2,2$  (quelli alimentati con *D. tertiolecta* e *P. tricornutum*). Temperatura, salinità, fotoperiodo e tenore di ossigeno sono stati controllati per tutta la durata degli esperimenti, opportunamente replicati. Sono state effettuate misure biome-

triche mensili. All'inizio e al termine di ogni esperimento sono stati determinati: proteine, carboidrati e lipidi totali nell'animale *in toto*.

**Risultati**

La mortalità nel corso dei vari esperimenti è risultata mediamente molto bassa (1,6%). Al termine dell'indagine i modiolli trattati con *T. suecica* hanno mostrato un maggiore incremento del tasso di crescita rispetto a quelli alimentati con

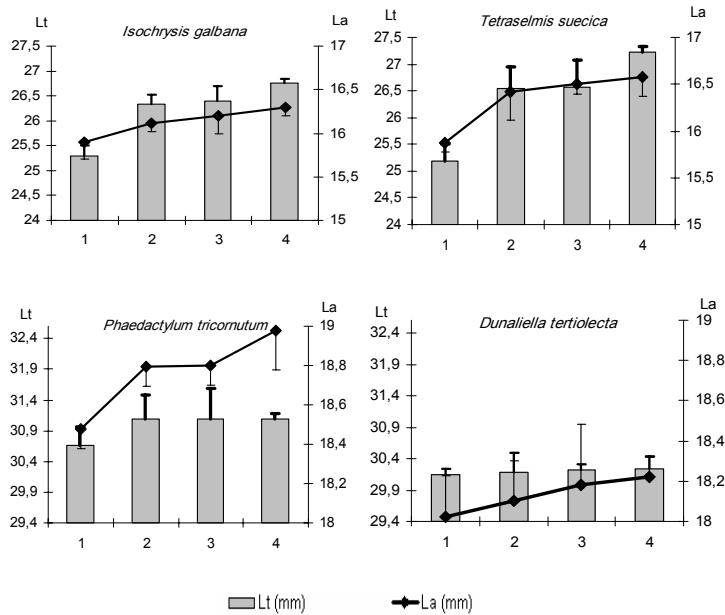


Fig. 1 - Valori morfometrici di *Modiolus barbatus* alimentato con le quattro diete monospecifiche.  
*Morphometric values of Modiolus barbatus feeding four monospecific diets.*

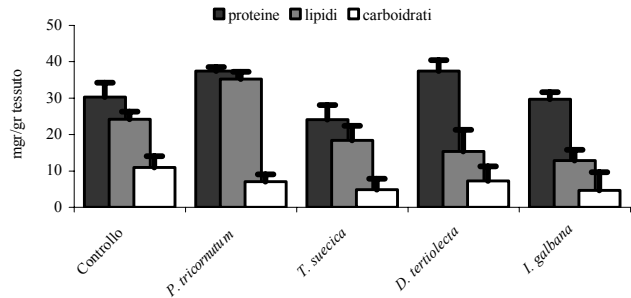


Fig. 2 - Composizione biochimica dei modiolli sottoposti alle quattro diete monospecifiche.  
*Biochemical composition of M. barbatus feeding four monospecific diets.*

*I. galbana* e *P. tricornutum*, mentre gli individui trattati con *D. tertiolecta* hanno mostrato il più basso incremento di crescita. L'analisi biochimica ha evidenziato che i modiolli alimentati con *P. tricornutum* e *D. tertiolecta* presentavano un contenuto proteico e lipidico maggiore di quelli alimentati con *T. suecica* e *I. galbana*. Non sono state riscontrate, nel contenuto in carboidrati differenze indotte dai quattro tipi di dieta.

## Conclusioni

I risultati ottenuti dall'utilizzo delle quattro diete monospecifiche suggeriscono che:

- 1) ogni alga è in grado di determinare un incremento, sia pure limitato, del tasso di crescita del modiollo;
- 2) *T. suecica* ed *I. galbana* rappresentano le specie più interessanti per il loro maggior effetto-crescita sull'animale rispetto alle altre specie utilizzate ed in prospettiva esse possono costituire una base con cui ottenere un mix efficace nell'assicurare sviluppo e resa nutrizionale di modiolli in accrescimento controllato.

## Bibliografia

- FOTEL F.L., JENSEN N.J., WITTRUP L., HANSEN B.W. (1999) - *In situ* and laboratory growth by a population of blue mussel larvae (*Mytilus edulis* L.) from a Danish embayment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **233**: 213-230.
- PRIOLI G., MIETTI N., MALORGIO A.G., MAFFEI M. (1998) - Messa a punto di nuove tecnologie di allevamento di *Mytilus galloprovincialis* e *Modiolus barbatus*. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1857-1866.
- TUROLLA E., CASTALDELLI G., BARBIN L., ROSSI R. (2002) - Guida alla riproduzione controllata di *Modiolus barbatus*. Università degli studi di Ferrara, C.Ri.M., Goro (Fe): 1-31.

E. RAMBALDI, R. DE MURTAS, M. BIASSONI, P. PELUSI, F. OTTOLENGHI, B. RASSET

Consorzio Mediterraneo scarl, Via Guattami, 9 – 00161 Roma, Italia.  
rambaldi@mediterraneo.coop

## RISULTATI DELL'ALLEVAMENTO DELLA MAZZANCOLLA (*MARSUPENAEUS JAPONICUS*) IN BACINI ARTIFICIALI SECONDO DIFFERENTI PROTOCOLLI PRODUTTIVI

### *RESULTS OF KURUMA PRAWN (MARSUPENAEUS JAPONICUS) FARMING IN ARTIFICIAL BASINS ACCORDING TO DIFFERENT PRODUCTION PROTOCOLS*

#### **Abstract**

*The survey monitored the growth and production yields of "kuruma prawn" farming according to various densities and feeding regimes. During the same period the main environmental parameters of the basins were monitored, and water replacements were performed on average at 9,8%/day. The complete data sets has shown excellent farming performances, production yields and growth for basin 2 (2,5 prawn m<sup>2</sup>). For the survey area it has been shown a real possibility to perform 2 production cycles/year of at least 3 months each.*

**Key-words:** prawn culture, *Marsupenaeus japonicus*, pond culture, Sardinia.

#### **Introduzione**

L'indagine ha verificato l'accrescimento e le rese produttive dell'allevamento della mazzancolla imperiale al variare della densità di semina e dell'alimentazione. Sono stati utilizzati idonei bacini in terra (Lumare, 1994, 1998; Scovacricchi, 1994) di proprietà della Cooperativa "Sulcitana", realizzati presso lo Stagno Cirdu – S. Antioco (CA). *Marsupenaeus japonicus* è originario del Giappone, con diffusione nel settore Indo-Pacifico, dall'Australia alla Malesia. E' presente anche nel Mar Mediterraneo, nel quale è penetrato attraverso il Canale di Suez, dalla Turchia all'Egitto, e lungo le coste della ex Jugoslavia, Italia e Spagna. A livello nazionale, dopo circa un ventennio di sperimentazioni e progetti pilota, sono state avviate produzioni stabili in Veneto, Puglia, Sicilia e soprattutto in Sardegna dove si segnala, inoltre, l'attività di uno schiuditoio da 2.500.000 postlarve/anno.

#### **Materiali e metodi**

Per la sperimentazione sono stati utilizzati 4 bacini in terra di dimensioni simili. Ciascuno di essi è stato sottoposto ad erpicatura e, successivamente, ad un processo di fertilizzazione. I Bacini 1 e 3 hanno una superficie di 2.400 m<sup>2</sup>, il Bacino 2 misura circa 2.000 m<sup>2</sup> e il Bacino 4, di controllo, gestito secondo un ottica di allevamento commerciale, si estende per 2.800 m<sup>2</sup>.

La sperimentazione ha avuto avvio nel mese di luglio '03, con la semina di post-larve PL24 (peso medio 0,03 g), riprodotte presso lo schiuditoio della Provincia di Cagliari, ed è terminata nell'ottobre '03.

Il Bacino 1 è stato seminato con densità di 2,5 esempl. m<sup>-2</sup> in estensivo, con nessun apporto alimentare esterno, il Bacino 2 è stato seminato a 2,5 esempl. m<sup>-2</sup>

con integrazione alimentare, il Bacino 3 è stato seminato a 5,5 esempl.  $m^{-2}$  con integrazione alimentare e il Bacino 4 è stato seminato a 15 esempl.  $m^{-2}$ , con integrazione alimentare.

Nel corso dell'allevamento sono stati monitorati i principali parametri ambientali dei differenti bacini, e sono stati effettuati ricambi idrici medi del 9,8%/giorno.

Il Bacino 1 è stato gestito secondo la pratica estensiva, mentre al Bacino 2 sono stati somministrati complessivamente 144 kg di mangime industriale pellettato (I.C. 2,3), al Bacino 3 201,5 kg di mangime (I.C. 2,6) e al Bacino 4 253,5 kg di mangime (I.C. 1,47).

Per l'alimentazione è stato utilizzato unicamente mangime completo per gamberi, prodotto da una ditta italiana (AGRIDEA – JAPONICUS HQ), con composizione, in peso, del 9% in umidità, 54% in proteine, 10% in grassi, 1,3% in fibre, 10% in ceneri e 1,5% in fosforo; vitamina A (12.000 IU/Kg), vitamina D3 (9.600 IU/Kg) e vitamina E (300 IU/Kg).

## Risultati

La salinità si è sempre mantenuta superiore al 40‰, nei mesi di luglio e agosto, per poi diminuire tra settembre e ottobre (min 35 ‰), con media del 39,6‰. L'ossigeno disciolto non ha mai fatto registrare valori inferiori a 7 ppm, la temperatura dell'acqua ha avuto medie mensili intorno ai 25 °C, e il pH è risultato stabile intorno a 7,5.

A conclusione dello studio si è osservato per il Bacino 1 una taglia media di 4,7 g, una sopravvivenza pari al 17% e una biomassa pescata pari a 4,8 kg ( $2 g m^{-2}$ ); per il Bacino 2 una taglia media di 16,7 g, una sopravvivenza del 74% e una biomassa pescata pari a 61,6 kg ( $30,8 g m^{-2}$ ); per il Bacino 3 la taglia media è stata pari a 9,4 g, sopravvivenza del 67% e biomassa pescata di 73,5 kg ( $30,6 m^{-2}$ ) e per il Bacino 4 una taglia media di 6,4 g, una sopravvivenza del 64% e 173 kg di pescato ( $61,0 m^{-2}$ ).

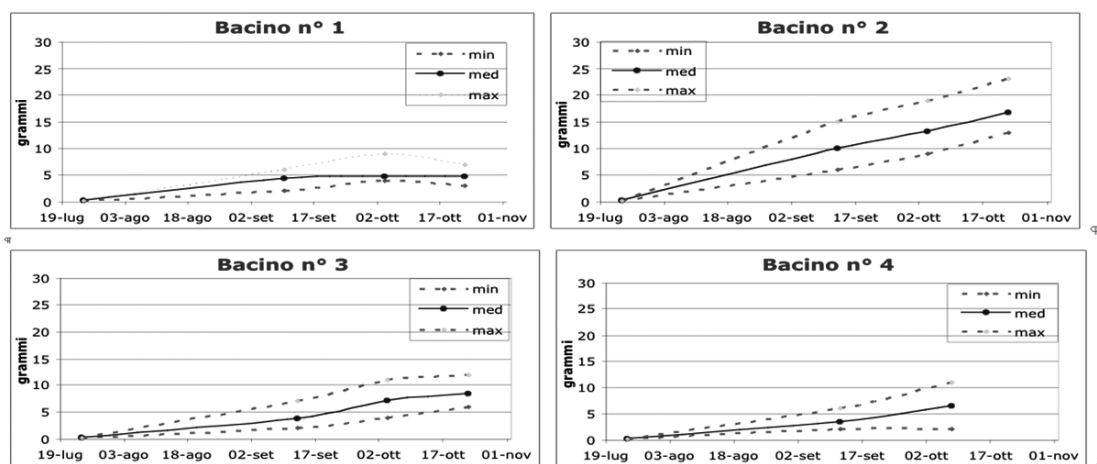


Fig. 1 - Accrescimento in peso, per bacino.  
Growth, in weight, for basin.

## Conclusioni

Si evidenziano interessanti performance di allevamento per il Bacino 2 e soddisfacenti per i Bacini 3 e 4, ma con la necessità di tempi di allevamento più lunghi. Per il Bacino 2 si è dimostrata la concreta possibilità di realizzare 2 cicli produttivi/anno di 3 mesi ciascuno. Nell'area di indagine si evidenzia che l'allevamento intensivo dei gamberi peneidi in bacini, può rappresentare una valida alternativa alle più tradizionali pratiche di acquacoltura, con la possibilità di diversificare le produzioni ittiche mediante pratiche responsabili a ridotto impatto ambientale.

## Bibliografia

- LUMARE F. (1988) – *Penaeus japonicus*. Biologia e allevamento. *ESAV, Penaeus japonicus: biologia e sperimentazione*: 13-198.
- LUMARE F. (1998) – Crostacei peneidi. Tecnica e gestione dell'allevamento. *ESAV Serie Acquacol.*, **4**: 187 pp.
- SCOVACRICCHI T. (1994) – Crostacei peneidi Riproduzione controllata, allevamento larvale. *ESAV Serie Acquacol.*, **2**: 170 pp.

Finanziato da LEGA-PESCA, nell'ambito degli "Accordi di Programma" con il MiPAF.

S. SEGATO, C. ELIA, S. BALZAN\*, I. ANDRIGHETTO

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Padova,  
Viale dell'Università, 16 - 35020 Legnaro (PD), Italia.

\*Dipartimento di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria,  
Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD), Italia.

## INFLUENZA DI PROFONDITÀ E STAGIONE SULLO SVILUPPO DEL FOULING IN RETI DA GABBIE NELL'ALTO ADRIATICO

### *INFLUENCE OF DEPTH AND SEASON ON NET CAGE FOULING DEVELOPMENT ON NORTH ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*In 2001, a trial about the effect of depth and season on net cage fouling development was carried out on North Adriatic Sea. Fouling development was assessed as weight increase using peaces of white net cage made up of nylon and fixed on rectangular framework. During the experimental period (April to September) many taxa settled on net cage even if mussels were quantitatively prevalent. Statistical analysis did not reveal any profundity effect within 10 m of depth. As expected, results evidenced a significant season effect recording a progressive increase of net weight.  $N-NH_3$  and total P values were not affected by season. Summarizing results suggested at least two nets exchanges (mechanical cleaning) to avoid a reduction of fish growing and high rate of mortality.*

**Key-words:** fouling, depth, seasons, North Adriatic.

#### **Introduzione**

L'evoluzione dell'acquacoltura marina nel bacino del Mediterraneo fa presupporre la necessità di potenziare la maricoltura (anche lagunare) sia in relazione a motivi economici che di promozione qualitativa del prodotto. Nel Nord Adriatico, tuttavia il *fouling* costituisce una rilevante problematica per le pratiche di allevamento di pesci in aree lagunari o in mare aperto. Gli organismi bentonici che si sviluppano su strutture portanti e reti di gabbie ne pregiudicano la funzionalità in termini di minori scambi idrici (ipossia) e frequenti operazioni di pulizia e/o cambio reti (Segato *et al.*, 2004). Al fine di adottare efficaci strategie antifouling e per ottimizzare il calendario delle operazioni di ricambio e pulizia meccanica delle reti, è necessario comprendere le fasi di sviluppo e costituzione delle biocenosi incrostanti. Allo scopo, nel periodo primaverile-estivo 2001, lo studio ha quantificato l'entità dello sviluppo del fouling in reti da gabbie poste a diversi livelli di profondità, in uno spazio acqueo al largo di Caorle (VE), *tegnùe*, interessato da notevoli apporti fluviali e da ecosistemi utilizzabili quali potenziali siti di maricoltura integrata.

#### **Materiali e metodi**

A fine marzo 2001, in uno spazio acqueo a tre miglia al largo di Caorle (Lat. 45°33'148", Nord; Long.12°53'884", Est; fondale a 18 m), sono stati posizionati 9 pannelli (luce 3×1,5 m; 4 tasselli staccabili di 30 cm<sup>2</sup> per pannello) rivestiti con rete in nylon di colore bianco e avente maglia di 14 mm. La scelta è ricaduta su questo tipologia di rete da gabbie, essendo quella più frequentemente impiegata in impianti di maricoltura ubicati nell'Adriatico. I pannelli sono stati ancorati



parallelamente alla corrente dominante. Si sono indagate tre profondità (3 ripetizioni per ciascun livello di profondità): 4, 6 e 9 m dalla superficie. La crescita del *fouling* è stata calcolata come rapporto percentuale tra peso lordo (rete e *fouling*) e peso netto (rete) iniziale ( $t_0$  = 30 marzo) dei tasselli umidi e sgocciolati per 20 minuti. In riferimento al  $t_0$ , l'incremento del *fouling* è stato valutato in tre periodi:  $t_1$  (10 maggio, 41 giorni),  $t_2$  (18 luglio, 110 giorni) e  $t_3$  (21 settembre, 175 giorni). Nei primi due rilievi sono stati rimossi un tassello con rete da ciascun pannello (3 ripetizioni) mentre in quello finale sono stati esaminati i due residui (6 ripetizioni). I tasselli sono stati mantenuti in acqua di mare nella fase di trasporto a riva; si è quindi proceduto allo sgocciolamento e successivo peso della sola rete sgocciolata, ma con il relativo *fouling* adeso. In concomitanza dei tre rilievi relativi al *fouling*, sono state misurate a 4 m di profondità: temperatura, pH,  $O_2$  disciolto, conducibilità elettrica, salinità con sonda multiparametrica *Data Sonde 4* (Hydrolab); nonché N ammoniacale e P totale tramite spettrofotometria. In relazione a un disegno sperimentale bifattoriale (3 livelli di profondità per tre stagioni di rilievo), sbilanciato temporalmente in riferimento al fattore sperimentale stagione di rilievo, i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (PROC GLM di SAS) per testare gli effetti principali profondità e stagione e la relativa interazione.

Tab. 1 - Incremento peso reti (% sul peso iniziale umido) in relazione a profondità (P) e stagione (S).

*Net weight increase (% of initial wet weight) in relation to depth (P) and season (S).*

| STAGIONE ( $t_0$ , 30 marzo)     | PROFONDITÀ (m) |     |     | Significatività |    |       | ESM |
|----------------------------------|----------------|-----|-----|-----------------|----|-------|-----|
|                                  | 3              | 6   | 9   | P               | S  | P x S |     |
| $t_1$ (10 maggio, 41 giorni)     | 58             | 72  | 45  |                 |    |       | 25  |
| $t_2$ (18 luglio, 110 giorni)    | 145            | 168 | 190 | ns              | ** | ns    | 33  |
| $t_3$ (21 settembre, 175 giorni) | 282            | 255 | 240 |                 |    |       | 48  |

ns =  $P > 0,10$ ; \*\*:  $P < 0,01$ . ESM: errore standard delle medie *SEM*: standard error of the means.

## Risultati e conclusioni

In accordo con la letteratura (Baier, 1999; Relini *et al.*, 2004), durante il periodo sperimentale si è osservata sulle reti e sulle strutture di ancoraggio una rapida proliferazione e crescita di organismi del macro*fouling*: molluschi, alghe, serpulidi, briozoi incrostanti ed eretti, ascidie e altri organismi sessili. In relazione alle finalità della presente ricerca, l'accrescimento del *fouling* è stato valutato solo in meri termini quantitativi a prescindere quindi da una sua classificazione tassonomica. La colonizzazione da parte degli organismi pluricellulari inizia già dopo una settimana dalla immersione; le macroalghe e gli invertebrati marini attecchiscono nelle settimane seguenti. In termini quantitativi, l'analisi statistica non ha evidenziato alcun effetto del fattore profondità; in riferimento all'intero arco del periodo sperimentale, lo sviluppo della biocenosi è apparso uniforme nell'intera colonna d'acqua indagata. Come atteso, i dati confermano un significativo effetto stagione, con uno sviluppo in massa degli organismi che è risultato continuo e

progressivo fino al periodo autunnale. La disponibilità di luce è fattore limitante la fotosintesi e, pertanto, della formazione di substrati alimentari favorenti la proliferazione del *biofouling* (Steinberg *et al.*, 2002). Nell'Alto Adriatico tale proliferazione si registra fino alla massima profondità indagata, pari a 10 m circa; a tale risultato concorrono probabilmente anche l'elevata concentrazione di  $O_2$  disciolto e i modesti valori di torbidità registrati (lettura del disco Secchi pari a 6.5 m). La biomassa è risultata costituita prevalentemente da lamellibranchi (70-90% del peso totale) che, già a partire dall'incipiente estate (inizio di luglio), ostruivano marcatamente le maglie (*Mytilus* spp di 5-6 cm di lunghezza), anche a causa della formazione di concrezioni calcaree di origine biogena. In questo senso, una mancata rimozione del fouling dalle reti, oltre ad appesantire le strutture con ripercussioni statiche, causa una rilevante occlusione delle maglie. In riferimento a una gabbia a mare, una simile situazione provoca una riduzione del livello di  $O_2$  disciolto e un aumento dei cataboliti entro il volume utile di allevamento, con drastiche conseguenze sulla crescita e lo stato sanitario dei pesci (Andrighetto *et al.*, 2003). I parametri fisico-chimici hanno evidenziato come l'acqua dell'areale indagato si caratterizzasse per elevati valori di  $O_2$  e P, tali da favorire una ottimale crescita della biocenosi; per N e P, si è osservato un tendenziale effetto stagione con valori più elevati in maggio (Tab. 2). Le concentrazioni dei nutrienti dipendono dagli apporti fluviali (nell'areale in oggetto: Piave, Livenza, Lemene, Tagliamento) e, quindi, in genere si ha un picco primaverile e uno autunno-invernale. A prescindere dal dato primaverile (120  $\mu\text{g/l}$ ), l' $\text{N-NH}_3$  si è sempre mantenuto su valori bassi, indicando l'assenza di fenomeni di degradazione della sostanza organica e/o ipossia.

Tab. 2 - Parametri fisico-chimici dell'acqua marina a 4 m di profondità.

*Physical-chemical parameters of sea water at 4 m of depth.*

|                                      | RILIEVO   |           |              | P  | ESM  |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------|----|------|
|                                      | 10 MAGGIO | 18 LUGLIO | 21 SETTEMBRE |    |      |
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )   | 15.4      | 23.3      | 19.3         | ** | 1.4  |
| pH                                   | 8.0       | 7.8       | 8.1          | ns | 0.3  |
| Ossigeno disciolto (mg/l)            | 11.0      | 10.5      | 11.3         | ns | 1.5  |
| Conducibilità (mS/cm)                | 47.4      | 54.3      | 49.2         | ns | 11.2 |
| Salinità (g/l)                       | 32.8      | 34.1      | 34.0         | ns | 7.1  |
| N- $\text{NH}_3$ ( $\mu\text{g/l}$ ) | 120       | 42        | 37           | †  | 35   |
| P totale ( $\mu\text{g/l}$ )         | 65        | 30        | 43           | †  | 16   |

ns =  $P > 0.10$ ; †:  $P < 0.1$ ; \*\*:  $P < 0.01$ . ESM: errore standard delle medie SEM: *standard error of the means*.

Lo sviluppo del fouling sembra quindi non essere influenzato dalla batimetria, almeno fino a 10 m sotto il livello del mare, seppur vi sia una più intensa fase iniziale di colonizzazione entro 6 m dalla superficie. I principali organismi incrostanti sono molluschi del genere *Mytilus*, costituenti fino al 90% della biomassa. Una strategia antifouling deve quindi focalizzarsi su questi organismi soprattutto durante le prime fasi di attecchimento e colonizzazione nel periodo tardo-primaverile, allorquando si registrano i maggiori apporti fluviali di N- $\text{NH}_3$  e P totale.

In conclusione, a prescindere dal ricorso a reti trattate con sostanze inibenti e/o a dispositivi elettromagnetici, in riferimento alla maricoltura di specie ittiche nell'Alto Adriatico, nel corso della stagione di ingrasso appare auspicabile operare almeno due ricambi delle reti delle gabbie per la loro pulizia meccanica, pena il verificarsi di fenomeni di marcata riduzione dell'accrescimento dei pesci e di rilevanti morie.

### **Bibliografia**

- ANDRIGHETTO I., SEGATO S., CORATO A., FASOLATO L. (2003) - Sperimentazione per l'allevamento alternato di specie ittiche marine in gabbie sommergibili in acque tegne al largo di Caorle. Relazione V Piano triennale – MIPAF, Direzione Generale per la Pesca e l'Acquacoltura, Roma.
- BAIER B. (1999) - Biofilms and biodiversity. The sequence of fouling of engineering materials in the sea. [www.mdsg.umd.edu/education/biofilm/html](http://www.mdsg.umd.edu/education/biofilm/html)
- STEINBERG P.D., DE NYS R., KJELLEBERG S. (2002) - Chemical cue for surface colonization. *Journal of Chemical Ecology*, **28** (10): 1935-1951.
- RELINI G., LAVAGNA S., MERELLO S. (2004) - Risultati preliminari sull'insediamento del fouling delle reti di un impianto di maricoltura. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 521-525.
- SEGATO S., ELIA C., CORATO A., LOPPARELLI R.M., FASOLATO L. (2004) - Efficacy of an electromagnetic antifouling device for net cage. European Aquaculture Society, Special Publication, **34**: 739-740.

Ricerca finanziata dal MiPAF – Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura (V Piano triennale).

S. VELOTTO, G. PERRUCCI, T. STASI, M.R. DI PRISCO, A. RATTO\*, A. CRASTO

Dipartimento di Scienze Zootecniche e Ispezione degli Alimenti, Università di Napoli,  
Via Università, 133 – 80055 Portici (NA), Italia.  
velotto@unina.it

\*CNR ISA, Avellino, Italia.

## STUDIO DELLO SVILUPPO MUSCOLARE IN DUE TELEOSTEI: APPLICAZIONE DI TECNICHE DI ALLEVAMENTO ECOCOMPATIBILI

### *STUDY OF THE MUSCULAR DEVELOPMENT IN TWO TELEOSTS: APPLICATION OF ECO-COMPATIBLES BREEDING TECHNIQUES*

#### **Abstract**

*The aim of our research was to analyze the histochemical characteristics of muscle fibres and the muscular development of fishes in two different experimental conditions: traditional feeding; traditional feeding with addition of biological substances (propolis). Experimentation was conducted on two mostly bred species of Teleostei in Italy, *Oncorhynchus mykiss* and *Salmo trutta trutta* during the most meaningful phases of the development, 15, 20, 25 and 30 cm.*

**Key-words:** *muscles, muscle fibers, propolis.*

#### **Introduzione**

L'acquacoltura si è sviluppata in modo positivo nell'UE nel corso degli ultimi venti anni, anche grazie alle numerose iniziative dell'Unione a sostegno di questo settore. Nel prossimo decennio dovrà assurgere al rango d'industria stabile capace di garantire occupazione e sviluppo durevoli a lungo termine nelle regioni rurali e costiere. Allo scopo di stare al passo con le esigenze dei consumatori, questa attività nel futuro dovrà impegnarsi su un duplice fronte, la tutela della qualità del prodotto ed il sostegno forte ad un'attività ecocompatibile.

#### **Materiali e metodi**

Sono stati utilizzati 60 animali appartenenti a due specie di acqua dolce, *Salmo trutta trutta* (trota fario) e *Oncorhynchus mykiss* (trota iridea), forniti da un impianto ittiogenico di tipo intensivo, durante le fasi più significative dello sviluppo (15, 20, 25 e 30 cm). L'azienda presentava due linee parallele di produzione costituite da quattro vasche disposte in serie e comunicanti tra loro. Per lo studio gli animali sono stati divisi in due gruppi: A e B, ognuno di trenta esemplari. Le due linee produttive erano costituite da vasche in vetroresina, prive di spigoli vivi e fornite di ripari naturali costituiti da massi e tronchi semisommersi. Nella linea produttiva sperimentale (gruppo B) al momento della distribuzione degli alimenti, veniva immessa propoli sciolta (0,05 g/m<sup>3</sup> d'acqua). Ogni vasca conteneva pesci in diversi stadi di accrescimento. A monte di ogni linea erano presenti gli avannotti e man mano che si giungeva a valle dell'impianto, erano allevati gli animali di taglia maggiore. Le indagini sono state condotte sul muscolo laterale. Per l'analisi istochimica i campioni di muscolo sono stati congelati in azoto liquido (−196 °C).

Dopo aver ottenuto al criostato sezioni da 10  $\mu\text{m}$  sono state valutate l'attività m-ATPasica e Succinico-deidrogenasica di ciascun tipo di fibra. L'analisi morfometrica, basata sulla misura di area, perimetro, diametro minimo e massimo di ogni tipo di fibra, è stata eseguita su circa 200 fibre per campione, le dimensioni sono state valutate utilizzando un sistema semiautomatico di analisi d'immagine ed i dati così ottenuti sono stati elaborati attraverso analisi della varianza.

## Risultati

Dalle tipizzazioni istochimiche effettuate, il muscolo laterale dei due teleostei di entrambe i gruppi appare composto dai seguenti tipi di fibre: bianche (W1) presenti nello strato muscolare profondo, con intensa attività m-ATPasica, metabolismo glicolitico, capacità di contrarsi rapidamente e facilmente affaticabili; rosa (P1) presenti nello strato muscolare intermedio, con metabolismo sia ossidativo che glicolitico e attività ripetitiva a velocità sostenuta; rosse (R1) presenti nello strato muscolare superficiale con bassa attività m-ATPasica e intensa attività ossidativa, ricche di mitocondri, resistenti alla fatica e quindi adatte a sforzi prolungati. La presenza di fibre W1 e R1 nello strato profondo del miotomo di trota fario, a partire da 20 cm di lunghezza, suggerisce che il ciclo vitale della specie si svolga in acque tranquille e riparate (Johnston *et al.*, 1977).

La porzione superficiale della muscolatura, risulta, in entrambe le specie e in tutti gli stadi di crescita analizzati, costituita da fibre R1 situate lungo la linea laterale a formare un cuneo alla periferia del setto orizzontale. Attraverso l'analisi delle medie relative ai parametri morfometrici suddetti, in funzione della lunghezza corporea, in entrambe i gruppi (A e B) e in entrambe le specie si nota, passando dai 15 ai 20 cm di lunghezza, un aumento di dimensione delle aree delle fibre del 19,6% in trota fario e del 21,3% in trota iridea (gruppo A) mentre del 16,9% in trota fario e 17,6% in trota iridea (gruppo B); passando dai 20 e i 25 cm di lunghezza, invece, si nota una diminuzione delle dimensioni delle aree delle fibre del 21,2% in trota fario e del 21,8% in trota iridea (gruppo A e gruppo B). Dal confronto dei valori medi delle caratteristiche morfometriche tra i gruppi studiati relativi ai tipi di fibra e alla lunghezza si nota come gli animali del gruppo B presentino fibre di dimensioni minori rispetto a quelli del gruppo A. L'analisi statistica ha evidenziato, infine, che grazie all'utilizzo della propoli la velocità di accrescimento è maggiore nelle trote appartenenti al gruppo B che nell'arco di 47 settimane giungono alla lunghezza di 30 cm, mentre le trote del gruppo A arrivano alla lunghezza di 30 cm in 50 settimane.

## Conclusioni

In conclusione si può affermare che la propoli influisce positivamente sulla crescita corporea degli animali oggetto di studio, infatti quelli appartenenti al gruppo B si accrescono più velocemente rispetto agli altri del gruppo A; inoltre, poiché la trota fario mostra fibre di dimensioni maggiori rispetto alla trota iridea in entrambe i gruppi, e visto che precedenti studi di Hurling *et al.* (1996) e Johnston (1999) hanno evidenziato l'esistenza di una correlazione inversa tra area e diametro delle fibre muscolari e compattezza della carne di pesce, si può affermare che la carne della trota iridea possiede un più elevato grado di succulenza, elasticità e compattezza sensoriale rispetto a quella della trota fario.

### **Bibliografia**

- HURLING R., RODELL J.B., HUNT H.D. (1996) - Research note: Fiber diameter and fish texture. *J. of Texture Studies*, **27**: 679-685.
- JOHNSTON I.A. (1999) - Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture*, **177**: 99-115.
- JOHNSTON I.A., DAVIDSON W., GOLDSPIK G. (1977) - Energy metabolism of carp swimming muscles. *J. comp. Physiol.*, **114**: 493-512.

F. BRUSCO, B. CALCINAI\*, G. BAVESTRELLO\*, C. CERRANO

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

\*Dipartimento di Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche,  
Via Breccie Bianche - 60131 Ancona, Italia.

## ATTIVITÀ DI EROSIONE DI *CLIONA CELATA* GRANT, 1826 E *PIONE VASTIFICA* (HANCOCK, 1849) (PORIFERA, DEMOSPONGIAE) PERFORANTI SUBSTRATI ARTIFICIALI

### *EROSION ACTIVITY OF CLIONA CELATA GRANT, 1826 AND PIONE VASTIFICA (HANCOCK, 1849) (PORIFERA, DEMOSPONGIAE) EXCAVATING INTO ARTIFICIAL SUBSTRATES*

#### **Abstract**

*Data on the boring rate of sponges are available exclusively for tropical environments and completely lack for the Mediterranean Sea. The first data on the boring activity of two cosmopolitan species (Pione vastifica e Cliona celata) living at the artificial barrier reef of Alassio (Savona, Italy) are here reported. Then data on the growth rate and on the population structure of these two species are also reported and discussed.*

**Key-words:** bioerosion, Cliona, Pione, artificial reef, Ligurian Sea.

#### **Introduzione**

La bioerosione è un importante processo ecologico, in grado di influenzare la dinamica delle costruzioni carbonatiche sia mediterranee sia tropicali, che, creando un alto numero di micro-habitat, determina una condizione favorevole all'incremento della biodiversità. All'interno della comunità degli organismi perforatori le spugne rivestono il ruolo principale (Hutchings, 1986). La conoscenza del tasso di erosione dei poriferi, è limitata esclusivamente agli ambienti tropicali, mentre nessun dato è disponibile per il mar Mediterraneo. In questo lavoro, noi presentiamo per la prima volta dati sul tasso di erosione di due specie cosmopolite di poriferi perforatori (*Pione vastifica* e *Cliona celata*) studiate per un periodo di due anni nella barriera artificiale di Alassio (Mar Ligure, Riviera Ligure di Ponente), fornendo, inoltre, dati preliminari sul loro tasso di crescita, lo sviluppo del pattern di erosione, la selettività verso diversi substrati e la struttura di popolazione delle due specie.

#### **Materiali e metodi**

Le due popolazioni oggetto del presente studio sono state monitorate e campionate nel 2002 e nel 2003, nella barriera artificiale di Alassio (SV), raccogliendo in totale 40 rocce posizionate nel 1998 alla base dei grossi cubi di cemento della barriera al fine di impedirne lo sprofondamento. Tali blocchi sono prevalentemente calcarei e rappresentano quindi un substrato ideale per numerosi organismi bioerosori quali poriferi, policheti e bivalvi. Per ogni campione sono state prese le seguenti misure: peso, volume, superficie delle papille, superficie tracciabile



della spugna (ricavata tracciando una linea di unione tra le papille più esterne) e volume eroso. Per la valutazione di quest'ultimo si è proceduto al taglio di ogni blocco in fette sequenziali dello spessore di 0,4-1 cm; il profilo di ogni fetta, così ottenuta, è stato acquisito al computer. L'utilizzo di un programma di analisi e di elaborazione di immagini (ImageJ) ha permesso di stimare per ogni campione il volume eroso. Il volume bioeroso così ottenuto è stato correlato ai valori del tessuto epilitico, calcolati come descritto precedentemente. L'elaborazione dei dati ha permesso di delineare una struttura di popolazione per entrambe le specie e di stimare così, indirettamente, anche il tasso di mortalità.

## Risultati

L'analisi mineralogica dei campioni ha evidenziato tre principali litologie: dolomia, pietra di Finale e alabastro. Confrontando la frequenza delle due specie considerate nei confronti delle differenti litologie è stato possibile notare che *Cliona celata* non evidenzia preferenze nella scelta dei substrati; essa, infatti, è in grado di bucare indifferentemente i tre substrati disponibili, mentre *Pione vastifica* è stata riscontrata solo in campioni di dolomia. Raggruppando i volumi degli individui campionati in classi dimensionali di 1 cm<sup>3</sup> si è potuta delineare la struttura di popolazione di entrambe le specie. Ambedue le specie evidenziano un episodio di reclutamento nel primo anno, mentre, durante il secondo anno l'evento si riscontra esclusivamente in *Cliona celata* (Fig. 1).

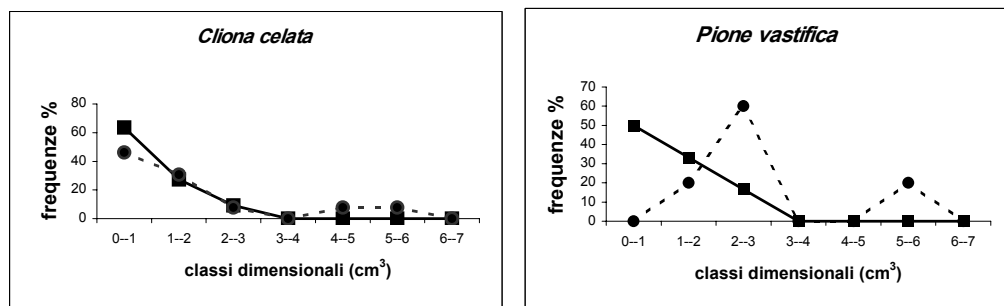


Fig. 1 - Struttura di popolazione durante i due anni di osservazione. Linea continua 2002; linea punteggiata 2003.

Population structure of the two species. Continued line: 2002; dotted line: 2003.

Poiché in ambienti tropicali, il reclutamento dei Poriferi perforatori in substrati artificiali avviene non prima di due anni (Pari *et al.*, 2000), l'età del popolamento di spugne perforanti i substrati raccolti nel 2002 è stata stimata essere al massimo di tre anni.

Per quello che riguarda *C. celata*, nel primo anno di osservazioni tutti gli esemplari non superano i 3 cm<sup>3</sup> di volume e circa il 70% è composto da piccoli individui, probabilmente reclute, di taglia compresa entro 1 cm<sup>3</sup>. Nel secondo anno di osservazioni la situazione è simile, ma circa il 15% degli individui ha una

taglia stimata compresa tra 4 e 6 cm<sup>3</sup>; questo gruppo di individui potrebbe rappresentare la coorte cresciuta dell'anno precedente.

Tale dato, suggerisce una mortalità elevata (circa 85%) ed una crescita in cui gli esemplari potrebbero incrementare il volume di 2-6 volte in un anno.

Per quello che riguarda *P. vastifica*, il reclutamento è stato osservato solo nel primo anno, mentre nell'anno successivo si evidenziano due coorti di 2-3 cm<sup>3</sup> e di 5-6 cm<sup>3</sup>. Questo dato suggerisce un reclutamento intermittente ed una capacità di raddoppiare il volume ogni anno. Per gli esemplari di questa specie si stima non vi sia stata mortalità.

Per quanto riguarda le correlazioni tra i due differenti dati di superficie raccolti e il volume eroso è emerso che nel caso di *Cliona celata* la correlazione è buona per la superficie delle papille, mentre è molto bassa per la superficie tracciabile (Tab. 1); per *Pione vastifica* invece la correlazione è simile per i parametri di superficie considerati (Tab. 1). Questo fatto potrebbe essere in relazione con le diverse strategie di crescita manifestate dalle due specie.

Tab. 1 - Indici di correlazione lineare tra il volume eroso e le tre differenti superfici considerate (V=volume; S=superficie).

*Correlation indices between the etched volume and the three different kinds of considered surfaces (V=volume; S=surface).*

|                                      | <i>Cilona celata</i>                        | <i>Pione vastifica</i>                     |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Volume eroso/area papille            | R <sup>2</sup> =0,7867<br>V=95,556xS+217,98 | R <sup>2</sup> =0,6334                     |
| Volume eroso/area tracciabile totale | R <sup>2</sup> =0,269                       | R <sup>2</sup> =0,764<br>V=0,4544xS-35,264 |

*C. celata* dopo l'insediamento inizia a crescere scendendo in profondità, aumentando la superficie in modo non necessariamente correlato all'aumento di volume; quest'ultimo risulta invece correlato all'aumento di superficie delle papille. *P. vastifica*, invece, sembra scendere meno in profondità di *C. celata*, per cui l'aumento di superficie è molto simile all'aumento di volume.

## Conclusioni

Per ottenere una migliore comprensione dei fenomeni bioerosivi sono necessari esperimenti a lungo termine. Studi condotti in ambienti tropicali, utilizzando substrati artificiali (Pari *et al.*, 1998), hanno messo in evidenza come, a distanza di due anni dall'immersione di pannelli di madrepora, i fenomeni bioerosivi fossero ancora poco importanti. I substrati, infatti, presentavano un tasso di incrostazione superiore al tasso di bioerosione. Dopo cinque anni gli stessi autori (Pari *et al.*, 2000) mettono in evidenza come la bioerosione assuma un valore nettamente superiore. Attualmente non esistono in letteratura informazioni sulla successione delle comunità bioerosive nel Mediterraneo, così come non esistono dati sui tassi di bioerosione, soprattutto per quel che riguarda i Poriferi.

A distanza di cinque anni dalla posa in opera della barriera artificiale di Alassio, le uniche specie di spugne perforanti riscontrate sono state *Cliona celata* e *Pione vastifica*.

La conoscenza del tempo di immersione dei substrati ha permesso di quantificare aspetti di dinamica di popolazione finora mai approfonditi sia nelle due specie oggetto dello studio sia, più in generale, nei Poriferi. La difficoltà di assegnare un'età precisa alle demosponge da sempre non consente di seguire le dinamiche di popolazione con accuratezza; è possibile stimare la struttura di popolazione, ma sempre con molta incertezza per quel che riguarda l'età della popolazione.

I nostri dati ci hanno permesso di valutare, per la prima volta in Mediterraneo, la crescita annuale delle due specie considerandone sia la superficie sia il volume.

Le relazioni numeriche, tra tessuto epilitico e volume interno eroso delle due specie, potrebbero essere utilizzate per calcolare il volume bioeroso partendo dal semplice dato della superficie visibile della spugna, evitando l'applicazione dei tradizionali metodi distruttivi.

### Bibliografia

- HUTCHINGS P.A. (1986) - Biological destruction of coral reefs. A review. *Coral Reefs*, **4**: 239-252.
- PARI N., PEYROT-CLAUSADE M., LE CAMPION-ALSUMARD T., HUTCHINGS P.A., CHAZOTTES V., GOLUBIC S., LE CAMPION J., FONTAINE M.F. (1998) - Bioerosion of experimental substrates on high islands and on atoll lagoons (French Polynesia) after two years of exposure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **166**: 119-130.
- PARI N., PEYROT-CLAUSADE M., HUTCHINGS P.A. (2000) - Bioerosion of experimental substrates on high islands and on atoll lagoons (French Polynesia) during five years of exposure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **276**: 109-127.

E. CASOLA, P. LANERA, G. MAGNIFICO, N. PLASTINA, M. SCARDI\*, L.M. VALIANTE, D. VINCI

Bioservice s.c.r.l., Via Cinthia P.co San Paolo 15/25 - 80126 Napoli, Italia.

\*Dip. Biologia, Università di Roma "Tor Vergata", Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.

## CARTA BIONOMICA DEI FONDALI ANTISTANTI ALL'EX STABILIMENTO SIDERURGICO ITALSIDER (BAGNOLI, NAPOLI)

### *BIONOMIC MAP OF THE SOFT BOTTOMS IN FRONT OF THE FORMER IRON AND STEEL WORKS ITALSIDER (BAGNOLI, NAPLES, ITALY)*

#### **Abstract**

*A bionomic map of the soft bottoms in front of the former iron and steel works Italsider (Bagnoli, Naples) was drawn, based on samples of benthic organisms and sediment that were collected in October 2002 by means of a van Veen grab in 33 stations, ranging from 5 m to 50 m in depth. Four biocoenoses were recognized, namely SFBC, SVMC, DC and VTC.*

**Key-words:** *marine ecology, benthos, biofacies, Tyrrhenian sea, Bagnoli.*

#### **Introduzione**

Nell'ambito del progetto "Analisi dei popolamenti macrozoobentonici di fondo mobile ai fini della definizione di un quadro di riferimento per le valutazioni di impatto ambientale nelle aree marine costiere" (Legge Regionale n. 41 del 31/12/1994) è stata realizzata la carta bionomica dei fondali antistanti l'ex area industriale di Bagnoli (Napoli), con lo scopo di fornire un'utile base conoscitiva per monitorare nel tempo l'evoluzione dell'ecosistema bentonico di un'area che sarà oggetto nei prossimi anni di un'intensa opera di bonifica.

#### **Materiali e metodi**

Campioni di macrozoobenthos e sedimento sono stati prelevati nel mese di ottobre 2002 in 33 stazioni centrate sulle batimetriche dei 2, 5, 10, 20, 30 e 50 m secondo un piano stratificato in funzione della profondità. In particolare, il numero di stazioni per ciascuna fascia batimetrica è stato stabilito in modo inversamente proporzionale alla profondità e alla distanza dalla costa, vista la diminuzione attesa del grado di complessità e variabilità dei popolamenti bentonici all'aumentare della profondità. Per ciascuna stazione sono stati raccolti tre campioni mediante una benna van Veen con apertura di 0,1 m<sup>2</sup>, per un volume totale campionato pari a 51 dm<sup>3</sup>.

Per la definizione delle biocenosi bentoniche sono stati utilizzati i dati derivati dall'analisi tassonomica condotta sui campioni di macrozoobenthos, integrati dall'analisi granulometrica dei sedimenti. In particolare, si è proceduto ad individuare le specie considerate esclusive e preferenziali di unità bionomiche note nella letteratura scientifica e ad analizzarne la distribuzione spaziale. Per ogni stazione di campionamento è stato, inoltre, calcolato il grado di affinità biocenotica sulla base delle specie caratteristiche esclusive come illustrato da Picard (1965). Per la nomenclatura delle unità biocenotiche si è fatto riferimento al modello di zona-

zione della tradizione bionomica mediterranea proposto da Pérès e Picard (1964), rivisitato e aggiornato da Meinesz *et al.* (1983).

## Risultati

Nei 33 campioni prelevati nell'area d'indagine sono stati identificati 4.614 individui appartenenti a 307 taxa così ripartiti: 166 Policheti, 69 Molluschi, 34 Anfipodi, 21 Decapodi, 10 Echinodermi, 4 Anisopodi e 3 Isopodi.

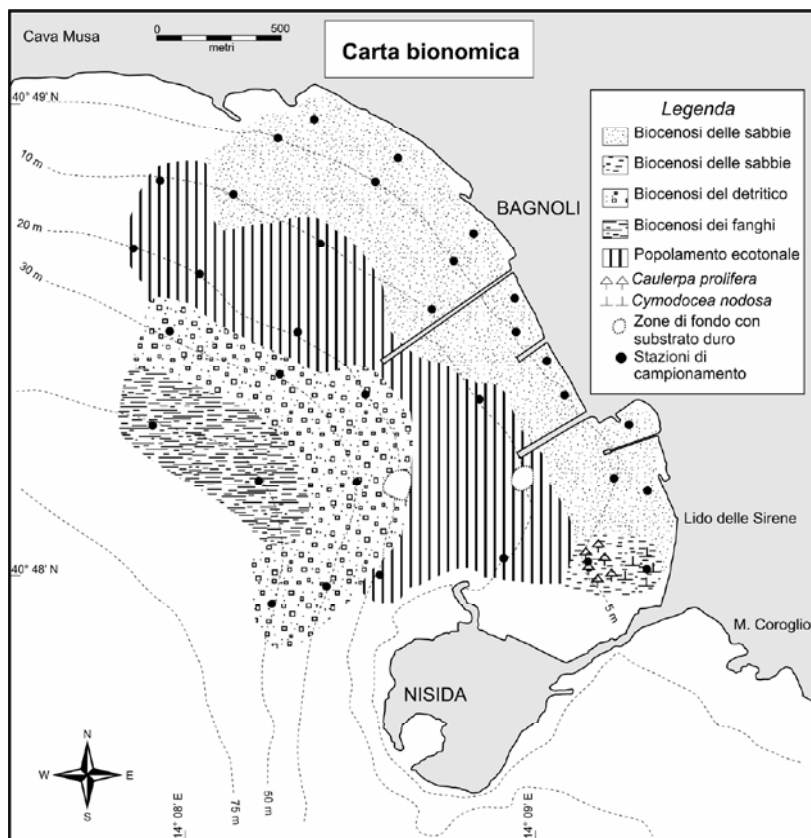


Fig. 1 - Carta bionomica dell'area di studio.

*The bionomic map of the study area.*

In Fig. 1 viene riportata la carta bionomica dei fondali indagati. Sono state riconosciute cinque unità di popolamento: la biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC), che si estende lungo la fascia costiera tra Lido delle Sirene e Bagnoli a profondità comprese tra i 3 e i 7-8 metri; la biocenosi delle sabbie infangate di moda calma (SVMC), nella zona superficiale compresa tra il Lido delle Sirene e

l'istmo che collega Coroglio all'isola di Nisida a profondità inferiori ai 5 metri; la biocenosi dei fondi detritici costieri (DC), tra i 25 e i 40 metri di profondità; la biocenosi dei fanghi terrigeni costieri (VTC), in corrispondenza della batimetria dei 50 metri; un popolamento di transizione ecotonale intercalato tra le biocenosi SFBC e DC caratterizzato dalla compresenza di specie tipiche delle biocenosi limitrofe. Da segnalare, inoltre, la presenza, in corrispondenza della biocenosi SVMC, della fanerogama marina *Cymodocea nodosa* e dell'alga verde *Caulerpa prolifera*.

In Fig. 2 sono, invece, rappresentate le distribuzioni spaziali dei valori di affinità biocenotica per le principali unità bionomiche individuate. Tra le biocenosi considerate, la SFBC è quella per la quale sono stati registrati i valori più elevati di affinità biocenotica: in alcune stazioni la comunità si è presentata allo stato puro, raggiungendo valori di affinità del 100% (Fig. 2a). La biocenosi DC non è stata mai trovata allo stato puro (Fig. 2b), per la presenza nel popolamento effettivamente osservato anche di taxa caratteristici della biocenosi VTC, mentre per quest'ultima sono stati rilevati in molti casi elevati valori di affinità biocenotica (Fig. 2c).

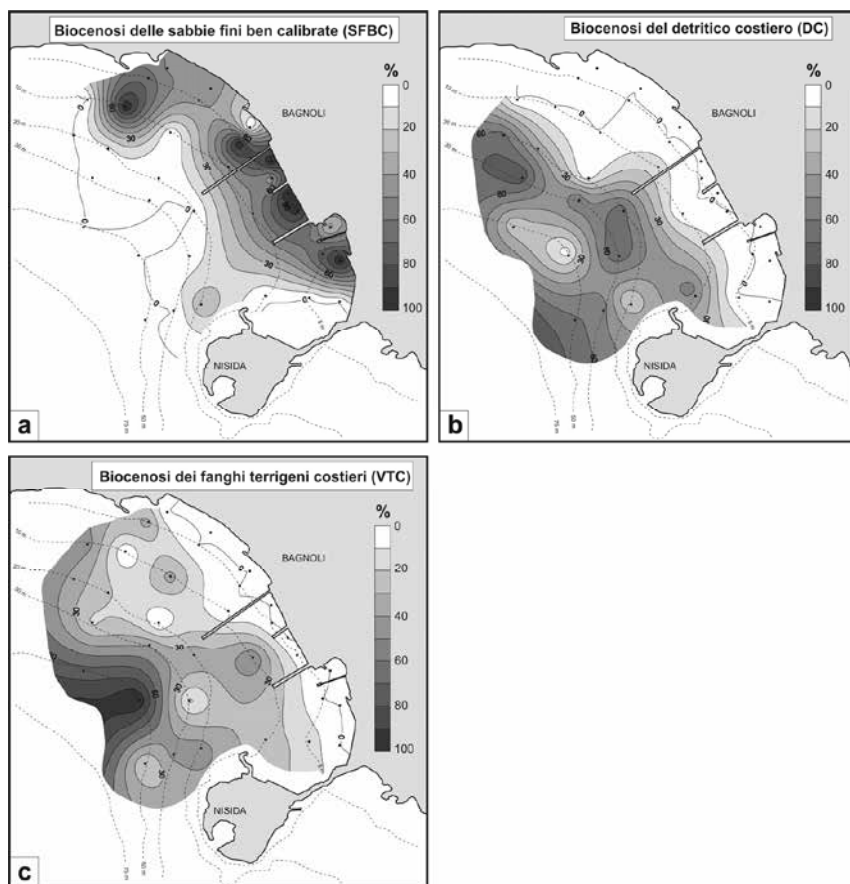


Fig. 2 - Affinità biocenotica per le principali unità bionomiche riconosciute.

*Biocoenotic affinity for the main recognized biocoenoses.*

## Conclusioni

In conclusione, le comunità bentoniche indagate hanno mostrato una struttura cenotica modulata dal complesso di gradienti correlati con la profondità, senza evidenziare variazioni trasversali riconducibili a sorgenti di disturbo antropico.

In particolare, appare evidente, soprattutto dall'esame della distribuzione spaziale dei valori di affinità biocenotica, una transizione principale tra la biocenosi SFBC e quella DC. Per la biocenosi VTC è stato, invece, rilevato un livello di affinità che varia nello spazio in maniera più complessa.

Nelle stazioni più superficiali, infine, il popolamento ha mostrato un evidente cenocline parallelo alla linea di costa in relazione al progressivo infangamento del sedimento che si rileva, a causa dell'attenuarsi dell'idrodinamismo, procedendo dalle stazioni poste più a Nord verso quelle meno esposte e collocate a ridosso dell'isola di Nisida.

## Bibliografia

- MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **59** (2): 155-172.
- PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **31** (47): 5-137.
- PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur le biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **36** (52): 1-160.



R.A. CAVALLO, M.I. ACQUAVIVA, F. BIANCOLINO, M. NARRACCI, L. STABILI, E. PRATO

Istituto Ambiente Marino Costiero, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
cavallo@istta.le.cnr.it

## USO DI SAGGI BIOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA TOSSICITÀ DEI SEDIMENTI PRELEVATI LUNGO LA COSTA PUGLIESE

### *BIOASSAYS UTILIZATION FOR TOXICITY ASSESSMENT OF SEDIMENTS ALONG APULIA COAST*

#### **Abstract**

*This work shows data relative to the quality of sediments from five different sites chosen along Puglia coast, using biological tests. The use of a single species for a correct evaluation of the toxicity levels can be reductive, compared to the complexity of the ecosystems, so we have used three different organisms: two different Amphipods (*Corophium insidiosum* and *Gammarus aequicauda*), and bacterium *Vibrio fischeri*. Two of the five sites examined show effects connected to toxicity phenomena.*

**Key-words:** *ecotoxicology, toxicity tests, Corophium insidiosum, Gammarus aequicauda, Vibrio fischeri.*

#### **Introduzione**

Per valutare la qualità di matrici complesse quali i sedimenti è ormai accertata l'efficacia di saggi biologici che prendono in considerazione un insieme di specie con diversi ruoli trofici, livelli evolutivi e habitat. La batteria utilizzata in questo studio è composta da tre organismi differenti: due anfipodi (*Corophium insidiosum* e *Gammarus aequicauda*) e dal batterio *Vibrio fischeri*, del quale è stata valutata la riduzione della bioluminescenza utilizzando il sistema Microtox®.

In generale, una specie è ritenuta idonea ai test di tossicità dopo che diversi esperimenti hanno mostrato una buona uniformità dei risultati e accuratezza del metodo e di conseguenza sono state accettate internazionalmente come appropriate per tali scopi.

La United States EPA (1988) e l'ASTM (1993) hanno sviluppato metodologie per la valutazione della qualità dei sedimenti.

Sebbene diversi protocolli standardizzati siano stati sviluppati con diverse specie di anfipodi provenienti dalle coste Atlantiche e del Pacifico, pochi test sono stati sviluppati con le specie Europee in particolar modo del Mediterraneo.

La SETAC-guida europea (1993) raccomanda l'uso di *Corophium volutator* o di altre specie localmente disponibili che rispondano ai requisiti richiesti ad una specie test.

*C. insidiosum* e *G. aequicauda*, specie endemiche e diffuse nel mar Ionio, sono state selezionate in base a test preliminari che hanno dimostrato una buona tolleranza alle variabili non contaminanti (temperatura, salinità, granulometria, sostanza organica) e sensibilità a tossici di riferimento (Prato e Biantolino, 2003; dati non pubblicati).

Nel presente lavoro vengono riportati i dati relativi alla valutazione integrata della qualità dei sedimenti, prelevati da cinque siti scelti lungo le coste pugliesi. I risultati dei saggi biologici hanno permesso di stimare gli effetti tossici sulle

singole specie test in relazione alla biodisponibilità degli inquinanti presenti nei sedimenti indagati, e di confrontare le differenti prove effettuate nel corso dei due anni di indagine.

## Materiali e metodi

Con l'uso di un carotiere sono stati prelevati campioni di sedimento, con cadenza semestrale, da cinque diversi siti della costa pugliese: (A) Lecce, (B) Brindisi, (C) Mar Grande, (D) Galeso e (E) Punta Penna nel I Seno Mar Piccolo (Golfo di Taranto). Il saggio biologico con *V. fischeri* è stato condotto sul sedimento centrifugato a 8000 rpm per 30 minuti (Onorati e Volpi Ghirardini, 2001), in modo da ottenere informazioni circa inquinanti che, in base alle proprie caratteristiche chimiche, rimangono legati alle particelle di sedimento. Il risultato del saggio (soild-phase test, Manuale Microtox della Azur Environmental, 1998) viene espresso come S.T.I. (Sediment Toxicity Index), permettendo di elaborare specifiche scale di tossicità (Onorati *et al.*, 1999) (Tab. 1).

Tab. 1 - Scala di Tossicità.

*Toxicity scale.*

| <i>V. fischeri</i> | <i>C. insidiosum</i>    |               | <i>G. aequicauda</i>    |               | Tossicità      |
|--------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|----------------|
| S.T.I              | $\Delta m\%$            | Signific.     | $\Delta m\%$            | Signific.     |                |
| $0 < STI \leq 1$   | $\Delta m < 10$         | $p \geq 0.05$ | $\Delta m < 10$         | $p \geq 0.05$ | Assente (0)    |
| $1 < STI \leq 3$   | $\Delta m \leq 10$      | $p < 0.05$    | $\Delta m \leq 10$      | $p < 0.05$    | Bassa (1)      |
|                    | $\Delta m \geq 10$      | $p \geq 0.05$ | $\Delta m \geq 10$      | $p \geq 0.05$ |                |
| $3 < STI \leq 6$   | $10 < \Delta m \leq 20$ | $p < 0.05$    | $10 < \Delta m \leq 20$ | $p < 0.05$    | Media (2)      |
| $6 < STI \leq 12$  | $20 < \Delta m \leq 40$ | $p < 0.05$    | $20 < \Delta m \leq 40$ | $p < 0.05$    | Alta (3)       |
| $STI > 12$         | $\Delta m > 40$         | $p < 0.05$    | $\Delta m > 40$         | $p < 0.05$    | Molto Alta (4) |

*C. insidiosum* e *G. aequicauda* sono stati campionati in una zona del Mar Piccolo di Taranto per la quale precedenti analisi hanno indicato assenza di contaminazione e tossicità (Prato *et al.*, in stampa).

Il sedimento è stato setacciato in campo (500  $\mu m$ ) e gli organismi raccolti sono stati trasportati in laboratorio e acclimatati per la durata di 3-4 gg all'interno di un acquario allestito con uno strato di sedimento e acqua di mare nativi. Terminata la fase di acclimatazione, il sedimento è stato setacciato per raccogliere gli organismi.

Per il saggio biologico sono stati utilizzati organismi in buono stato di salute, di taglia compresa tra 2-4 mm, così da limitare le possibili influenze dovute alla differente fase del ciclo vitale, ed escludendo le femmine ovigere per non falsare il risultato finale.

Il disegno generale del test si è basato seguendo le linee guida standard per i test di tossicità con gli anfipodi (ASTM, 1993; SETAC, 1993). Nei beacker da 1 L sono stati posti i sedimenti da testare, riempiti con 750 mL di acqua di mare (36‰) filtrata (0.45  $\mu m$ ).

Ogni campione è stato termostato a  $16 \pm 2$  °C ed ossigenato per una notte prima che gli anfipodi venissero introdotti e la stessa procedura è stata usata per il sedimento di controllo.

Sono state effettuate 4 repliche per ogni sedimento con 20 organismi per ciascuna replica. Per tutta la durata del test, i beacker sono stati ossigenati e la temperatura è stata mantenuta costante ( $16 \pm 2$  °C). L'end-point del test è stata la mortalità dopo 10 giorni di esposizione e la valutazione della tossicità è stata eseguita considerando: la differenza matematica tra la mortalità riscontrata nel campione da analizzare e la mortalità nel campione di controllo ( $\Delta m$ ) e la differenza statistica (t-test;  $p < 0.05$ ) fra il numero di individui morti nel sedimento da saggiare e quelli morti nel sedimento di controllo. Il criterio utilizzato per integrare i risultati dei diversi saggi biologici (Ennas *et al.*, 2002) è una elaborazione delle scale di tossicità di ciascun saggio, utilizzando la seguente espressione:  $Y = 0.5 \sum T_i$  ( $Y$  = valore di tossicità integrato;  $T_i$  = valore di tossicità del singolo saggio). I risultati complessivi sono visibili in Tab. 2 (Pellegrini *et al.*, 2001).

Tab. 2 – Giudizio di Tossicità.  
*Toxicity evaluation.*

| Valore di Y | TOSSICITA'     |
|-------------|----------------|
| Y=0         | Assente (0)    |
| 0<Y≤1       | Bassa (1)      |
| 1<Y≤2       | Media (2)      |
| 2<Y≤3       | Alta (3)       |
| 3<Y<6       | Molto Alta (4) |

Per valutare la sensibilità di *C. insidiosum* e *G. aequicauda* sono stati effettuati test di tossicità acuta in sola acqua di mare con un tossico di riferimento ( $CdCl_2$ ) della durata di 96 h, per determinare il valore della  $LC_{50}$ . Gli anfipodi sono stati immessi in beaker contenenti 500 mL di acqua di mare filtrata (36‰), a concentrazioni crescenti di  $CdCl_2$ : 0-0.8-1.6-3.2-6.4 mg/L per *C. insidiosum* e 0-0.2-0.4-0.8-1.6-3.2 mg/L per *G. aequicauda*. Sono state effettuate 4 repliche per ogni trattamento, con 20 organismi per replica.

Il valore di  $LC_{50}$  è stato stimato con il metodo di Spearman-Kärber (Hamilton *et al.*, 1977) che permette di ricavare i limiti di confidenza al 95%.

## Risultati

In Tab. 3 sono riportate le composizioni granulometriche dei siti monitorati; tutti evidenziano una prevalente composizione sabbiosa tranne la stazione D che evidenzia una maggiore composizione percentuale in peliti.

I valori ottenuti di  $LC_{50}$ , paragonati con quelli di altre specie simili, hanno dimostrato che le due specie di anfipodi utilizzati posseggono una buona sensibilità al tossico di riferimento (Tab. 4).

Il risultato integrato dei saggi biologici (Tab. 5) evidenzia una minore tossicità nel sito C seguito da A e B che evidenziano una tossicità alta ed infine D ed E

con una tossicità molto alta. Per i siti C, D ed E i risultati dei tre saggi biologici condotti sono convergenti. L'integrazione dei risultati dei saggi biologici rispetta il "principio di cautela" secondo il quale è sufficiente che un solo saggio dia evidenza di tossicità. Per tale motivo i siti A e B sono considerati tossici essenzialmente per i risultati ottenuti con il test sul *V. fischeri*.

Tab. 3 - Composizione granulometrica dei campioni di sedimento testati.

*Granulometric composition of sediment samples tested.*

|            | P.Penna<br>(E) | Galeso<br>(D) | Taranto<br>(C) | Brindisi<br>(B) | Lecce<br>(A) |
|------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|
| Ghiaia (%) | 1.1            | 0             | 0.06           | 9.95            | 30.65        |
| Sabbia (%) | 57.5           | 14.85         | 94.74          | 89.98           | 69.07        |
| Pelite (%) | 41.4           | 85.15         | 3.6            | 0.07            | 0.28         |

Tab. 4 - Sensibilità di *C. insidiosum* e *G. aequicauda* al  $\text{CdCl}_2$  comparata a specie simili.

*C. insidiosum and G. aequicauda sensitivity to  $\text{CdCl}_2$  compared to similar species.*

| Organismi -test             | 96h - LC50 mg/l                   | Fonti Bibliografiche |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| <i>Gammarus aequicauda</i>  | 0.47( 0.24- 0.25)                 | Presente studio      |
| <i>Gammarus locusta</i>     | 0.59 (0.43-0.82)                  | Costa et al., 1996   |
| <i>Corophium insidiosum</i> | 0.64 (0.16-076)                   | Presente studio      |
| <i>Corophium orientale</i>  | da 2.91 (2.09-3.73) a (2.96-5.63) | Onorati et al., 1999 |
| <i>Corophium volutator</i>  | da 1.85 (1.27-2.69) a (3.72-754)  | Ciarelli, 1994       |

Tab. 5 - Risultati dei singoli test di tossicità e giudizio integrato della batteria.

*Single toxicity test and final results.*

|              | <i>V. fischeri</i> | <i>C. insidiosum</i> | <i>G. aequicauda</i> | Giudizio sintesi |
|--------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| P.Penna (E)  | 3                  | 4                    | 4                    | 4                |
| Galeso (D)   | 3                  | 3                    | 4                    | 4                |
| Taranto (C)  | 0                  | 1                    | 1                    | 1                |
| Brindisi (B) | 4                  | 1                    | 1                    | 3                |
| Lecce (A)    | 4                  | 1                    | 1                    | 3                |

## Conclusioni

L'applicazione di una batteria di saggi biologici a breve termine sui sedimenti provenienti da aree sospette di tossicità può dare una indicazione preliminare sulla biodisponibilità di contaminanti, completata da una valutazione quali-quantitativa degli inquinanti. In generale, gli inquinanti accumulati nel sedimento si rendono disponibili agli organismi principalmente attraverso: l'alimentazione, le branchie, la superficie del corpo.

*C. insidiosum* pur essendo una specie infaunale vive all'interno di tubi che esso stesso costruisce isolando la superficie del suo corpo dal sedimento circostante, pertanto la contaminazione, può essere dovuta al flusso di corrente d'acqua che l'anfipode crea all'interno del tubo per far convogliare le particelle organiche di cui si nutre.

*G. aequicauda* è un organismo epibentonico che si alimenta sia di alghe che di materiale organico aderente alle particelle minerali del sedimento che preleva raschiando.

I risultati ottenuti per i siti A e B mostrano la necessità di valutare l'effetto tossico a lungo termine (mortalità a 28 giorni) per le specie *C. insidiosum* e *G. aequicauda* in modo da evidenziare effetti sub acuti.

### Bibliografia

- ASTM (1993) - Standard guide for conducting 10-d static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods. In: Annual Book of ASTM Standards, Water and Environmental Technology. Vol. 11.04, E1367-92. ASTM, Philadelphia.
- AZUR ENVIRONMENTAL MANUAL (1998).
- CIARELLI S. (1994) - Guideline for conducting 10-day static sediment toxicity tests using marine or estuarine amphipods. Report from the Tidal Water Division, Middelburg, The Netherlands. Report RIKZ-94.031.
- COSTA F., CORREIA A., COSTA M. (1996) - Sensitivity of a marine amphipod to non contaminant variables and to copper in the sediment. *Ecologie*, **27** (4): 249-276.
- ENNAS C., MUGNAI C., KOZINKOVA L., BIGONGIARI N., PELLEGRINI D. (2002) - Applicazione di una batteria di saggi biologici per la valutazione della tossicità di sedimenti portuali contaminati da metalli pesanti *Atti Ass. Ital. Ocean. Limn.*, **15**: 53-62.
- EPA (1988) - Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms. EPA-600/4-87/028, Cincinnati, OH.
- HAMILTON M.A., RUSSO R.C., THURSTON R.V. (1977) - Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Sci. Technol.*, **11**: 714-719.
- PRATO E., BIANCOLINO F. (2003) - *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931): a potential species test in the sediment toxicity assessment. *38<sup>th</sup> European Marine Biology Symposium*: 187.
- PRATO E., DI LEO A., BIANCOLINO F., CARDELLICCHIO N. (2005) - Sediment toxicity tests using two species of Marine Amphipods: *Gammarus aequicauda* and *Corophium insidiosum*. *Bull. Environ. Contamination and Toxicology*, (in stampa).
- ONORATI F., BIGONGIARI N., PELLEGRINI D., GIULIANI S. (1999) - The suitability of *Corophium orientale* (Crustacea, Amphipoda) in harbour sediment toxicity bioassessment. *Aquat. Ecosystem Health Management*, **2**: 465-473.
- ONORATI F., PELLEGRINI D., AUSILI A. (1999) - Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox® in fase solida: la normalizzazione pellica. *Acqua & Aria*, **6**: 83-91.
- ONORATI F., VOLPI GHIRARDINI A. (2001) - Informazioni fornite dalle diverse matrici da testare con i saggi biologici: applicabilità di *Vibrio fischeri*. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (2): 31-40.
- PELLEGRINI D., ENNAS C., BERTOLOTTO R.M., BIGONGIARI N. (2001) - Utilizzo di una batteria di saggi biologici sui sedimenti marini e valutazione dei risultati: un caso di studio. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (2): 123-135.
- SETAC-EUROPE (1993) - Guidance document on sediment toxicity assessment for freshwater and marine environments. In: Hill I.R., Matthiessen P., Heinbach F. (eds), *Workshop on Sediment Toxicity Assessment*, Netherlands, Setac-Europe.

L.A. CHESSA, F.P. PATTI<sup>1</sup>, G. DELRIO<sup>2</sup>

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.

<sup>1</sup>Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica di Napoli, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Protezione delle Piante, Università di Sassari, Italia.

## *PELTASTER PLACENTA* (MÜLLER & TROSCHER 1842) FORMA TETRAMERA: UN RITROVAMENTO INSOLITO

### *PELTASTER PLACENTA* (MÜLLER & TROSCHER 1842) *TETRAMERIC FORM: AN UNUSUAL FINDING*

#### **Abstract**

*A tetrameric form of the Asteroidean Peltaster placenta (Müller & Troschel) was caught, during professional fishing activities with gillnets on coralligenous bottoms, at a depth of 70 m off the coast of Argentario (Sassari -Italy). Certain biometrical parameters of the specimen were measured. Ribosomal DNA analysis, using Polymerase Chain Reaction, was carried out on the mitochondrial fraction.*

**Key-words:** Peltaster placenta, Asteroidea, morphology, Sardinia, mtDNA, 16S.

#### **Introduzione**

Anomalie morfologiche sono frequenti nelle stelle di mare in ragione della loro alta capacità di rigenerarsi sia a partire dalla massa centrale del corpo sia da un singolo braccio. Non sempre sono da imputarsi a mutilazione (Davenport e Davenport, 1921): ad es. a volte due braccia appaiono fuse (Hotchkiss, 2000).

Il presente lavoro descrive invece un asteroideo della specie *Peltaster placenta* (Müller e Troschel) perfettamente tetramero; si tratta di un reperto non comune già segnalato da Tortonese (1965).

#### **Materiali e metodi**

L'esemplare (Fig. 1) è stato pescato nel settembre 2003 nelle acque dell'Argentario (Sassari) alla profondità di circa m 70, in occasione di attività di pesca professionale con reti da posta su fondi coralligeni. Dopo alcuni giorni è stato possibile disporne per l'opportuna descrizione e per effettuare delle analisi. In particolare l'asteroideo è stato sottoposto a determinazioni biometriche misurando R ed r nonché il numero delle piastre marginali.

Al fine di evidenziare se tale forma tetramera fosse ascrivibile ad un complesso di specie criptiche, è stata effettuata l'analisi della regione 16S rDNA della frazione mitocondriale mediante Polymerase Chain Reaction. Per l'analisi sono stati estratti dall'intestino circa 5 grammi di tessuto, lavati e reidratati con acqua bidistillata Millipore.

L'estrazione del DNA attraverso la frammentazione dei tessuti è stata accoppiata all'utilizzo di Proteinasi K. L'isolamento dalle altre frazioni rilasciate in soluzione dalle cellule (proteine, carboidrati, RNA, pigmenti e altri prodotti secondari) è stato effettuato tramite isolamento chimico e ripetuti passaggi di estrazione e lavaggio in microcentrifughe (Palumbi, 1996). Per eliminare i mucopolisaccaridi ed i pigmenti è stato utilizzato un buffer di estrazione contenente il

detergente CTAB (Bromuro di cetil-trimetilammonio) (Levitan e Grosberg, 1993), che si complessa con le molecole di carboidrati e può essere successivamente estratto con passaggi in fenolo e cloroformio.

L'amplificazione di una regione di circa 600 bp è stata condotta utilizzando una coppia di primers universali, 16Sar (forward: 5'-cgctgtttatcaaaaacat-3') e 16Sbr (reverse: 5'-ccggtctgaactcagatcacgt-3') (Palumbi *et al.*, 1991).

Il DNA è stato sequenziato direttamente dal prodotto di PCR mediante un sequenziatore automatico della Beckman Instruments col metodo di marcatura "Dye terminator".

Le sequenze ottenute sono state infine confrontate con quelle presenti in banca dati (Genebank) per confermarne la veridicità a livello della famiglia di appartenenza della specie in analisi.

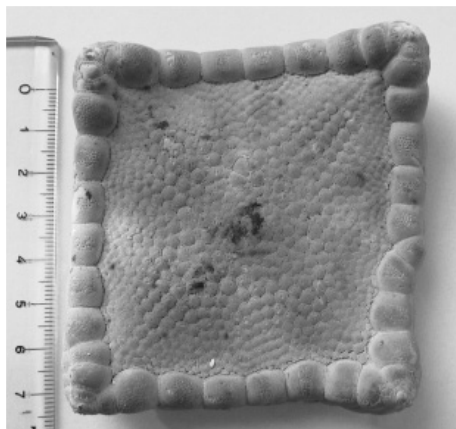


Fig. 1 - Forma tetramera di *Peltaster placenta* (Müller & Troschel).

*Tetramerous form of Peltaster placenta (Müller & Troschel).*

## Risultati e conclusioni

L'esemplare era di taglia media con raggio ambulacrale  $R=52,5$  mm e raggio interambulacrale  $r=39$  mm ( $R/r=1,35$ ). Il numero di piastre marginali per lato era pari a 12 e la distanza tra il madreporire ed il centro del corpo era di 11 mm. Gli apici ambulacrali erano leggermente acuti. Si è trattato di un esemplare di taglia maggiore rispetto a quello citato da Tortonese (cit.) che aveva  $R=35$  mm.

L'analisi molecolare effettuata nell'ambito del presente lavoro rappresenta uno dei pochi tentativi di estrazione ed amplificazione di DNA da specie di museo, con tessuti disidratati, non preservati in alcool e/o altri buffer di conservazione. La scelta di analizzare la regione mitocondriale del 16S è riconducibile ad alcune sostanziali considerazioni:

- a) il genoma mitocondriale (mtDNA) è caratterizzato generalmente da un alto tasso di mutazione che può essere anche 5 o 10 volte maggiore di quello tipicamente osservato nel DNA nucleare (Brown, 1985; Vawter e Brown, 1986), permettendo l'analisi e la differenziazione anche a livello di morfotipi. L'alto



tasso di sostituzione delle sequenze di mtDNA sembra riconducibile ad una bassa efficienza nei sistemi di riparo e alla mancanza del meccanismo di correzione della DNA polimerasi;

- b) da studi sulle sequenze mitocondriali è stato messo in evidenza che le transizioni si accumulano nel tempo ad un ritmo molto maggiore rispetto alle transversioni ed il rapporto transizioni/transversioni può essere molto indicativo quale strumento diagnostico per la sistematica classica (Moritz *et al.*, 1996);
- c) il gene per l'rRNA 16S della subunità maggiore dei ribosomi mitocondriali sembra essere la porzione che si evolve più lentamente di tutto il mtDNA e, come il gene 12S rRNA, è piuttosto conservato sia nella sequenza che nella struttura secondaria.

Negli ultimi anni, l'analisi di questa regione è stata utilizzata in diversi lavori di differenziazione genetica di *sibling species* e/o *cryptic species* (Baric, 1999; Bucklin *et al.*, 1998; Le Gac *et al.*, 2004; Kitaura *et al.*, 2002; Mathews *et al.*, 2002; Page, 2002).

Il protocollo di estrazione, ottimizzato sull'esemplare disidratato della forma tetramera di *S. placenta*, ha permesso dunque di isolare e caratterizzare l'esemplare anche attraverso l'analisi di una regione del DNA che ben si presta a studi di sistematica molecolare volti alla scoperta di forme teratologiche.

Il DNA genomico estratto è stato conservato per poter disporre di una banca dati che potesse essere confrontata con il rinvenimento di ulteriori esemplari.

Il presente lavoro, pur limitandosi alla estrazione del genoma ed alla verifica della qualità del DNA attraverso la prova di amplificazione del frammento del mtDNA, ha dunque dimostrato la validità della specie, *sensu molecolare*, e l'efficacia del protocollo di estrazione per l'analisi di campioni di museo conservati disidratati.

Il presente contributo deve essere considerato una semplice segnalazione, attendiamo di disporre della forma pentaraggiata di *Peltaster placenta* per poter attuare il confronto tra le corrispondenti regioni del genoma. Ci chiediamo se questa anomalia sia congenita ed emerga al momento della metamorfosi o se si manifesti solo dopo, come inibizione del processo di radializzazione. La risposta genera tuttavia un'altra domanda.: quali fattori possono aver determinato la non ciclizzazione?

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. Giuseppe Delrio per aver reso disponibile l'esemplare da lui pescato.

### Bibliografia

- BARIC S., STURMBAUER C. (1999) - Ecological parallelism and cryptic species in the genus *Ophiothrix* derived from mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phy. Evol.*, **11** (1): 157-162.
- BROW W.M. (1985) - The mitochondrial genome of animals. In: Mac Intyre R.J. (ed), *Molecular Evolutionary Genetics*, New York, Plenum: 130-95.
- BUCKLIN A., BENTLEY A.M., FRANZEN S.P. (1998) - Distribution and relative abundance of *Pseudocalanus moultoni* and *P. newmani* (Copepoda: Calanoida) on Georges Bank using molecular identification of sibling species. *Mar. Biol.*, **132**: 97-106.
- DAVENPORT C.B., DAVENPORT G.C. (1921) - *Elements of zoology, to accompany the field and laboratory study of animals*. Revised ed. The Mac Millan Company, New York.
- HOTCHKISS F.H. (2000) - Inferring the developmental basis of the sea star abnormality

- “double ambulacral groove” (Echinodermata: Asteroidea). *Rev. chil. hist. nat.*, **73** (4): 579-583.
- KITAURA J., NISHIDA M., WADA K. (2002) - Genetic and behavioral diversity in the *Macrophthalmus japonicus* species complex (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae). *Mar. Biol.*, **140**: 1-8.
- LE GAC M., FERAL J.P., POULIN E., VEYRET M., CHENUIL A. (2004) - Identification of allopatric clades in the cosmopolitan ophiuroid species complex *Amphipholis squamata* (Echinodermata). The end of a paradox? *MEPS*, **278**: 171-178.
- LEVITAN D.R., GROSBURG R.K. (1993) - The analysis of paternity and maternity in the marine hydrozoan *Hydractinia symbiolongicarpus* using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) Markers. *Mol. Ecol.*, **2**: 315-326.
- MATHEWS L.M., SCHUBART C.D., NEIGEL J.E., FELDER D.L. (2002) - Genetic, ecological, and behavioural divergence between two sibling snapping shrimp species (Crustacea: Decapoda: *Alpheus*). *Mol. Ecol.*, **11**: 1427-1437.
- MORITZ C., HILLIS D.M. (1996) - Molecular Systematics: Context and Controversies. In: Hillis D.M., Moritz C., Mable B.K. (eds), *Molecular Systematics*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts: 1-13.
- PAGE T.J. (2002) - A molecular systematic investigation of the *Limatula ovalis/pygmaea* species complex (Bivalvia: Limidae) in the Southern Ocean. M. Sc. Thesis, University of London & the Diploma of Imperial College: 77 pp.
- PALUMBI S.R. (1996) - Nucleic acids II: the polymerase chain reaction. In: Hillis D.M., Moritz C., Mable B.K. (eds), *Molecular systematics*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts: 205-247.
- PALUMBI S.R., MARTIN A., ROMANO S., MCMILLAN W.O., STICE L., GRABOWSKI G. (1991) - The simple fool's guide to PCR. Ver. 2. Available from author, University of Hawaii, Honolulu.
- TORTONESE E. (1965) - *Echinodermata. Fauna d'Italia*. Ed. Calderini, Bologna: 422 pp.
- VAWTER L., BROWN W.M. (1986) - Nuclear and mitochondrial DNA comparisons reveal extreme rate variation in the molecular clock. *Science*, **234**: 194-196.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito di una Convenzione con la Cooperativa Pescatori Olbiese.

B. LA PORTA, L. LATTANZI, P. LA VALLE, L. NICOLETTI, C. FIORENTINI<sup>1</sup>  
C. BONDANESE<sup>1</sup>, C. ALTABELLI<sup>2</sup>, C. CHIMENZ GUSSO<sup>1</sup>

I.C.R.A.M., Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e Tecnologica Applicata al Mare,  
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza",  
00185 Roma, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza",  
00185 Roma, Italia.

## FAUNA BENTONICA DI FONDI DETRITICI DELLE ISOLE PONTINE (MAR TIRRENO)

### *DETRITIC BOTTOM FAUNA OF PONTINE ISLANDS (TYRRHENIAN SEA)*

#### **Abstract**

*The aim of this study was to investigate the benthic fauna living on detritic bottoms surrounding the western Pontians Islands (Latium, Italy), notably with regard to Polychaeta, Mollusca, Crustacea and Echinodermata.*

**Key-words:** *zoobenthos, Pontine islands.*

#### **Introduzione**

Scopo di questo lavoro è fornire un contributo alla conoscenza delle specie bentoniche che popolano i fondi detritici costieri del Mar Mediterraneo riportando i risultati relativi ad uno studio effettuato alle isole pontine. La fauna bentonica di questa area è stata precedentemente studiata da Spanò (1994), Rinelli e Spanò (1996; 1997) e De Domenico *et al.* (2003).

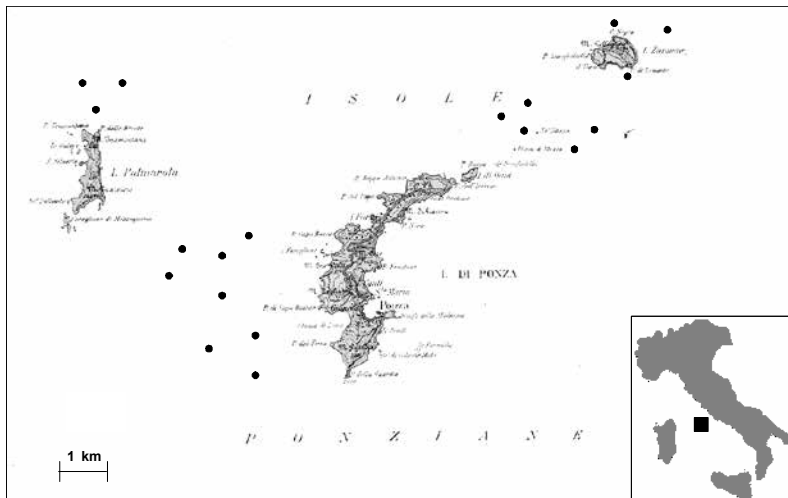


Fig. 1 - Area di studio e distribuzione delle stazioni di campionamento.  
*Study area with sampling stations.*

Tab. 1 - Lista delle specie rinvenute e relativo intervallo batimetrico in metri (I.B.).

*List of species found with relative bathymetric range in metres (I.B.).*

| Specie                                                  | I.B. (m) | Specie                                                           | I.B. (m) |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Mollusca</b>                                         |          | <b>Polychaeta</b>                                                |          |
| <i>Ischnochiton rissoi</i> (Payraudeau, 1826)           | 43-64    | <i>Aponuphis brementi</i> (Fauvel, 1916)                         | 72-88    |
| <i>Chiton corallinus</i> (Risso, 1826)                  | 45-64    | <i>Aponuphis fauveli</i> (Rioja, 1918)                           | 88       |
| <i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792               | 90       | <i>Hyalinoecia tubicola</i> (O.F. Müller, 1776)                  | 72       |
| <i>Bittium latreillii</i> (Payraudeau, 1826)            | 71-79    | <i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)                        | 105      |
| <i>Alvania cimez</i> (Linnaeus, 1758)                   | 64-70    | <i>Onuphis quadricupsis</i> Sars, 1872                           | 73       |
| <i>Alvania</i> sp1                                      | 64-70    | <i>Eunice dubitatus</i> (Fauvel, 1916)                           | 61-72    |
| <i>Calyptaea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)             | 45-71    | <i>Eunice harassii</i> Audouin & Milne-Edwards, 1834             | 64       |
| <i>Polinices macilentus</i> (Philippi, 1844)            | 53-72    | <i>Eunice pennata</i> (O.F. Müller, 1778)                        | 70       |
| <i>Cerithiopsis</i> sp1                                 | 78       | <i>Nematonereis unicomis</i> Schmarda, 1861                      | 49-79    |
| <i>Fusinus pulchellus</i> (Philippi, 1844)              | 70-105   | <i>Lumbrineris emandibulata-mabilii</i> Ramos, 1976              | 45-90    |
| <i>Mitra cornicula</i> (Linnaeus, 1758)                 | 78       | <i>Lumbrineriopsis paradoxa</i> (Saint-Joseph, 1888)             | 72       |
| <i>Vexillum ebenus</i> (Lamarck, 1811)                  | 64-90    | <i>Arabella iricolor</i> (Montagu, 1804)                         | 59-64    |
| <i>Mangella attenuata</i> (Montagu, 1803)               | 45       | <i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)                      | 70       |
| <i>Mitrolumna olivoides</i> (Cantraine, 1835)           | 64       | <i>Ophryotrocha bacci</i> Parenti, 1961                          | 43-70    |
| <i>Raphitoma echinata</i> (Brocchi, 1814)               | 43-90    | <i>Schistomeringos neglectus</i> (Fauvel, 1923)                  | 45-75    |
| <i>Nuculana commutata</i> (Philippi, 1844)              | 70-105   | <i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841                      | 73       |
| <i>Yoldiella philippiana</i> (Nyst, 1845)               | 70-105   | <i>Pherusa</i> sp1                                               | 70       |
| <i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758                         | 64-79    | <i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)                        | 72       |
| <i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)                | 90       | <i>Sabellides octocirrata</i> (M. Sars, 1835)                    | 88       |
| <i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)           | 70       | <i>Melinna palmata</i> Grube, 1870                               | 59       |
| <i>Pecten</i> sp1                                       | 64       | <i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835                        | 45-72    |
| <i>Hyalopecten</i> sp1                                  | 53       | <i>Pista cristata</i> (O.F. Müller, 1776)                        | 72-78    |
| <i>Chlamys flexuosa</i> (Poli, 1795)                    | 49-79    | <i>Filogranula calyculata</i> (O.G. Costa, 1861)                 | 53       |
| <i>Limatula subauriculata</i> (Montagu, 1808)           | 45-79    | <i>Serpula concharum</i> Langerhans, 1880                        | 70       |
| <i>Tellinella ferruginosa</i> (Montagu, 1808)           | 88       | <i>Spirobranchus polytrema</i> (Philippi, 1844)                  | 53       |
| <i>Epilepton</i> sp1                                    | 43-105   | <b>Crustacea</b>                                                 |          |
| <i>Astarte fusca</i> (Poli, 1795)                       | 73-79    | <i>Apseudes acutifrons</i> G.O. Sars, 1882                       | 90       |
| <i>Astarte sulcata</i> (Da Costa, 1778)                 | 61-90    | <i>Apseudes latreillii</i> (Milne-Edwards, 1828)                 | 72-88    |
| <i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)            | 45-71    | <i>Leptochelia savignyi</i> (Kr yer, 1842)                       | 73       |
| <i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)            | 59       | <i>Jaeropsis brevicornis</i> Koehler, 1885                       | 70       |
| <i>Laevicardium oblongum</i> (Gmelin, 1791)             | 59-61    | <i>Sphaeroma serratum</i> Fabricius, 1787                        | 70       |
| <i>Macra stultorum</i> (Linnaeus, 1758)                 | 90       | <i>Ampelisca diadema</i> (A. Costa, 1853)                        | 45-72    |
| <i>Psammodia costulata</i> Turton, 1822                 | 79       | <i>Ampelisca typica</i> (Bate, 1856)                             | 105      |
| <i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)                  | 70-105   | <i>Leptocheirus guttatus</i> (Grube, 1864)                       | 53-90    |
| <i>Clausinella</i> sp1                                  | 45-105   | <i>Atylus guttatus</i> (A. Costa, 1851)                          | 61-71    |
| <i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)                   | 43-88    | <i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)                          | 61       |
| <i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)                   | 43-88    | <i>Tritaeata gibbosa</i> (Bate, 1862)                            | 72       |
| <i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)                      | 43-59    | <i>Eusiroides dellavallei</i> Chevreux, 1899                     | 70       |
| <i>Thracia corbuloides</i> Deshayes, 1830               | 71-88    | <i>Eusirus longipes</i> Boeck, 1861                              | 70       |
| <i>Cardiomya costellata</i> (Deshayes, 1835)            | 70-105   | <i>Iphimedia minuta</i> G.O. Sars, 1882                          | 53       |
| <i>Dentalium inaequicostatum</i> Dautzenberg, 1891      | 75       | <i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)               | 73       |
| <b>Polychaeta</b>                                       |          | <i>Leucothoe euryonyx</i> Walker, 1901                           | 71       |
| <i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914           | 45-90    | <i>Leucothoe oboea</i> G. Karaman, 1971                          | 45-90    |
| <i>Prionospio cirrifer</i> Wiren, 1883                  | 70       | <i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906                    | 61       |
| <i>Scolecopsis tridentata</i> (Southern, 1914)          | 78       | <i>Hippomedon massiliensis</i> Bellan-Santini, 1965              | 45-105   |
| <i>Spiophanes bombyx</i> (Claparede, 1870)              | 79       | <i>Lysianassa costae</i> Milne Edwards, 1830                     | 43-70    |
| <i>Magebna</i> sp1                                      | 73       | <i>Cheirocratus sundevalli</i> (Rathke, 1843)                    | 53-72    |
| <i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904               | 73       | <i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)                          | 53-73    |
| <i>Aphelocheata marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)        | 45-79    | <i>Monoculodes acutipes</i> Ledoyer, 1983                        | 70-72    |
| <i>Aphelocheata multibranchialis</i> (Grube, 1863)      | 53       | <i>Periculodes longimanus longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868) | 70-72    |
| <i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867                 | 45-73    | <i>Synchelidium longidigitatum</i> Ruffo, 1947                   | 72       |
| <i>Chaetozone</i> sp1                                   | 73-79    | <i>Pereionotus testudo</i> (Montagu, 1808)                       | 72       |
| <i>Monticellina dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959) | 53-88    | <i>Paraphoxus oculatus</i> (G.O. Sars, 1879)                     | 72       |
| <i>Notomastus aberrans</i> Day, 1963                    | 49-73    | <i>Urothoe elegans</i> Bate, 1857                                | 53-105   |
| <i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851              | 105      | <i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769                             | 88-105   |
| <i>Notomastus lineatus</i> Claparede, 1868              | 43-75    | <i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)                              | 90       |
| <i>Pseudoleiocapitella fauveli</i> Harmelin, 1964       | 59-71    | <i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)                           | 61-70    |
| <i>Clymenura clypeata</i> (Saint-Joseph, 1894)          | 73       | <i>Thorulus cranchii</i> (Leach, 1817)                           | 61       |
| <i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865                     | 53       | <i>Processa novelli novelli</i> Al-Adhub & Williamson, 1975      | 75       |
| <i>Armandia cirrhosa</i> Philippi, 1865                 | 90-105   | <i>Upogebia deltaura</i> (Leach, 1815)                           | 59-90    |
| <i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)           | 70       | <i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)                       | 61-64    |
| <i>Scalibregmatidae</i> gen. sp.                        | 59-90    | <i>Anapagurus laevis</i> (Bell, 1845)                            | 53-105   |
| <i>Eteone flava</i> (Fabricius, 1780)                   | 49       | <i>Galathea bolivari</i> Zariquely Alvarez, 1950                 | 61-72    |
| <i>Eteone foliosa</i> Quatrefages, 1865                 | 71       | <i>Ebalia deshayesi</i> Lucas, 1845                              | 53-73    |
| <i>Mystra picta</i> (Quatrefages, 1865)                 | 88       | <i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817                              | 53       |
| <i>Glycera unicomis</i> Savigny, 1818                   | 49-90    | <i>Acanthonyx lunulatus</i> (Risso, 1816)                        | 61-79    |
| <i>Goniada emerita</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833    | 43       | <i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)                           | 61-72    |
| <i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913              | 72       | <i>Lissa chiragra</i> (Fabricius, 1775)                          | 61-72    |
| <i>Laetmonice hystrix</i> (Savigny, 1820)               | 70       | <i>Liocarcinus maculatus</i> (Risso, 1827)                       | 70       |
| <i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)               | 70       | <b>Echinodermata</b>                                             |          |
| <i>Thalenessa dendrolepis</i> (Claparede, 1868)         | 64       | <i>Ophiopsila aranea</i> Forbes, 1843                            | 70       |
| <i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)               | 70-72    | <i>Ophiura grubei</i> Heller, 1863                               | 43-72    |
| <i>Chloeia venusta</i> Quatrefages, 1865                | 88       | <i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1816)                          | 43-72    |
| <i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)                | 45-88    | <i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F. Müller, 1776)                 | 53-90    |

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nel marzo 2001 in 19 stazioni dislocate lungo la piattaforma continentale dell'Arcipelago Pontino occidentale, ad una profondità compresa tra i 43 e i 105 m (Fig. 1). Il materiale, raccolto con una benna Van Veen (25 l), è stato lavato con setaccio con vuoto di maglia di 1 mm e fissato in formalina al 4%. I principali taxa rinvenuti sono stati identificati a livello di specie e gli esemplari contati. L'affinità biocenotica delle singole specie è stata attribuita secondo Pérès e Picard (1964), Bianchi *et al.* (1993), Bellan *et al.* (1982) e Riggio (1993).

## Risultati e conclusioni

I fondali delle aree prese in esame sono caratterizzati prevalentemente da detrito organogeno misto a sabbia ed una ridotta componente fangosa. I diversi tipi di substrati associati al sedimento sono: *boxwork*, *coated grains*, *pralines*, *maërl*, gusci di *Glycymeris* e talli calcificati di Corallinacee (Altobelli *et al.*, 2004). Le specie rinvenute (145) sono riportate in tabella 1 con il relativo intervallo batimetrico. I principali gruppi rinvenuti sono: *Polychaeta* (57 specie), *Crustacea* (43), *Mollusca* (41), *Echinodermata* (4). Il popolamento bentonico risulta principalmente caratterizzato da specie legate alla presenza di detrito organogeno e di elementi grossolani nel sedimento come il polichete *Aponuphis bilineata*, i molluschi *Gouldia minima*, *Raphitoma echinata*, *Laevicardium oblongum*, *Limatula subauriculata*, i crostacei *Anapagurus laevis*, *Urothoe elegans*, *Ebalia deshayesi* e l'echinoderma *Echinocyamus pusillus*. Inoltre sono presenti organismi limicoli come i policheti *Aonides paucibranchiata*, *Ampharete acutifrons*, i crostacei *Leucothoe oboa*, *Monoculodes acutipes*, alcuni dei quali indicatori di presenza di materia organica come i policheti *Glycera unicornis*, *Lumbrineris emandibulata-mabiti*. Il popolamento è costituito anche da specie accidentali generalmente associate alle sabbie fini (ad esempio il mollusco *Macra stultorum* ed il crostaceo *Apseudes lateillii*) e alla fanerogame marine (i crostacei *Leptocheirus guttatus*, *Upogebia deltaura*). Presenti anche specie tipiche di substrati duri come i crostacei *Galathea bolivari*, *Athanas nitescens*, il polichete *Eunice dubitatus*, i molluschi *Ischnochiton rissoi* e *Chiton corallinus*, legate alla presenza sul fondale di materiali solidi come alghe calcaree o conchiglie di grossi molluschi. La ricchezza specifica della fauna bentonica rinvenuta sui fondi detritici dell'Arcipelago Pontino occidentale riflette l'elevata eterogeneità dei fondi detritici costieri.

## Bibliografia

- ALTABELLI C., NICOLETTI L., GUSSO CHIMENZ C. (2004) - Detritic bottom Bryozoa of Latium (Tyrrhenian Sea). *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 408-411.
- BELLAN-SANTINI D., KARAMAN G., KRAPP-SCHICKEL G., LEDOYER M., MYERS A.A., RUFFO S., SCHIECKE U. (1982) - The Amphipoda of Mediterranean. Part I Gammaridea (Acanthonozomatidae to Gammaridae). *Mem. Inst. Oceanogr.*, **13**: 1-364.
- BIANCHI C.N., CEPPODOMO I., GALLI C., SGORBINI S., DELL'AMICO F., MORRI C. (1993) - Benthos dei mari toscani I: Livorno - Isola d'Elba - Montecristo (Crociera Enea 1986). In: O. Ferretti, F. Immordillo, V. Damiani (eds), *Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico*. ENEA Serie studi ambientali: 317-337.
- DE DOMENICO F., CASENTINO A., SPANÒ N. (2003) - Fauna carcinologica di due ambienti insulari: Arcipelago Toscano e Isole Pontine. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 550-554.

- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau Manuel de bionomie bentique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume*, **31** (47): 5-137.
- RIGGIO S. (1993) - I Tanaidacei dei mari italiani: quadro delle conoscenze. *Boll. Mus. civ. St. nat. Verona*, **20**: 583-698.
- RINELLI P., SPANÓ N. (1996) - Decapod crustaceans and echinoderms in insular detritic environments: Tuscan Arcipelago and Pontian Islands. *Annales*, **9**: 73-78.
- RINELLI P., SPANÓ N. (1997) - Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi in ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 440-442.
- SPANÓ N.C. (1994) - Dati preliminari sulla fauna carcinologica di ambienti detritici insulari: Arcipelago Toscano e isole Pontine. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 357-358.

C. CIANCIOLO, M. MILAZZO, F. BADALAMENTI\*, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

\*IAMC-CNR, Laboratorio di Biologia marina, Castellammare del Golfo (TP), Italia.

## EFFETTI INDIRETTI DEL PASCOLAMENTO DEI RICCI SUL BENTHOS COSTIERO: VARIAZIONI NELLA MALACOFaUNA

### INDIRECT EFFECTS OF SEA URCHINS GRAZING ON COASTAL BENTHOS: CHANGES ON MOLLUSCAN ASSEMBLAGE

#### Abstract

*The effects of the sea urchins in the rocky shallow communities of the Ustica Island marine protected area (MPA) have been here investigated, using molluscs as descriptors. The molluscan assemblage seemed to be indirectly affected by the sea urchins grazing, exhibiting low values of specific richness and total abundance in sites where their density was high.*

**Key-words:** sea urchin, algae, molluscs, marine parks, Ustica, Mediterranean.

#### Introduzione

Nel Mediterraneo, i ricci di mare sono considerati i più importanti macroerbivori bentonici dell'infrastruttura rocciosa (Ruitton *et al.*, 1999) e numerosi studi hanno dimostrato come la loro attività di pascolo sia in grado di controllare la struttura e la dinamica delle comunità di fondo duro (Palacin *et al.*, 1997; Sala, 1997; Bulleri *et al.*, 1999; Pinnegar *et al.*, 2000).

Tra il 1996 ed il 2001, all'interno dell'area marina protetta "Isola di Ustica" si è verificato un notevole incremento (di circa un ordine di grandezza) nella densità dei ricci di mare *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula* nella fascia compresa fra i 3 e i 7 metri di profondità. Questo aumento ha portato ad un forte decremento delle macroalghe erette ed alla formazione di estese aree di *barren* in vaste zone dell'isola.

L'obiettivo di questo studio è la valutazione degli effetti indiretti del pascolamento dei ricci sulla struttura e composizione delle comunità bentoniche, utilizzando il popolamento a Molluschi come descrittore.

#### Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nel mese di luglio 2001. Per i campionamenti sono state scelte tre località a differente grado di tutela dell'isola: Punta Megna (zona A), Cala Parrino (zona B) e Punta dell'Arpa (zona C). In ciascuna di esse, sono state identificate due stazioni di campionamento, alle profondità di 5 e 15 m, che in studi precedenti (Milazzo *et al.*, 2000) presentavano lo stesso tipo di popolamento algale. Ad ogni profondità sono state raccolte quattro repliche con il metodo "sorbina-grattaggio-sorbina" (Bianchi *et al.*, 2003), su superfici di 400 cm<sup>2</sup>. La componente vegetale, quando presente, è stata separata in epifiti e macroalghe, pesate separatamente dopo essiccamento in stufa. Per il confronto di struttura e composizione del popolamento a molluschi tra le diverse località sono state utilizzate analisi uni- e multivariate.



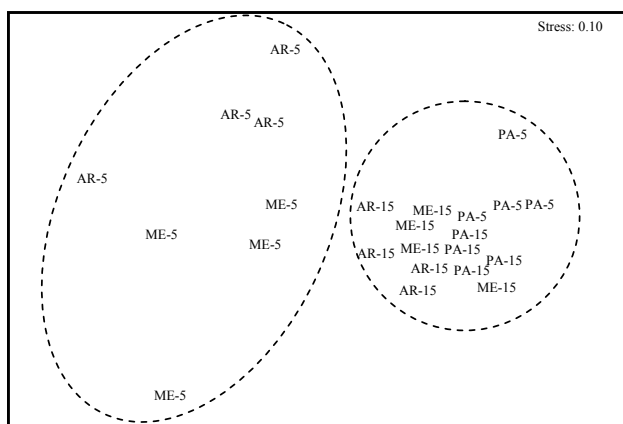


Fig. 1 - Ordinemanto nMDS (non metric multidimensional scaling) del popolamento a molluschi nelle tre località Punta Megna (ME) Cala Parrino (PA) ed Punta dell'Arpa (AR) alle due profondità -15 m e -5 m.

*nMDS (non metric multidimensional scaling) of the molluscan assemblage in the three locations of Punta Megna (ME) Cala Parrino (PA) and Punta dell'Arpa (AR) at the two depths -15 m and -5 m.*

Tab. 1 - Risultati dell'ANOVA a due fattori e del test SNK per il numero totale di individui (N) e per il numero di specie (S) di molluschi in tre località (LO) dell'Isola di Ustica: Punta Megna (ME), Cala Parrino (PA) e Punta Arpa (AR) e due profondità (PR): superficiale (Sup), a -5 m e profondo (Prof), a -15 m.

*Two-ways ANOVA and SNK tests on the total number of individuals (N) and the number of species (S) of molluscs in the three locations (LO) of the Ustica Island: Punta Megna (ME), Cala Parrino (PA) and Punta dell'Arpa (AR) at two depths (PR): Shallow (Sup), at -5 m and Deep (Prof), at -15 m.*

n.s. (non significativo); \* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ); \*\*\* ( $p < 0,001$ )

#### ANOVA

| Sorgente di variazione | N                    |       |          | S                    |           |
|------------------------|----------------------|-------|----------|----------------------|-----------|
|                        | gl                   | MQ    | F        | MQ                   | F         |
| Località: LO           | 2                    | 4,57  | 7,67**   | 463,88               | 6,891**   |
| Profondità: PR         | 1                    | 11,17 | 18,75*** | 3197,04              | 47,49***  |
| LO x PR                | 2                    | 3,49  | 5,86*    | 212,04               | 3,15 n.s. |
| Residui                | 18                   | 0,60  |          | 67,32                |           |
| Trasformazione         | Ln (X+1)             |       |          | nessuna              |           |
| Test di Cochran        | C = 0,27; $p > 0,05$ |       |          | C = 0,28; $p > 0,05$ |           |

| Test SNK        | Località          |
|-----------------|-------------------|
| Profondo        | ME = PA = AR      |
| Superficiale    | PA > ME = AR      |
|                 | <b>Profondità</b> |
| Punta Megna     | Prof > Sup        |
| Cala Parrino    | Prof = Sup        |
| Punta dell'Arpa | Prof > Sup        |

| Test SNK   | Località     |
|------------|--------------|
|            | PA > ME = AR |
| Profondità | Prof > Sup   |

## Risultati

Nelle stazioni superficiali le macroalghe sono risultate del tutto assenti nelle località di Punta Megna e Punta dell'Arpa, mentre a Cala Parrino mostrano una copertura media del 37,8% ( $\pm 14$ ).

In totale sono stati identificati 4114 esemplari appartenenti a 164 specie così suddivise: Gasteropodi (3753 individui, 105 specie), Bivalvi (325 individui, 15 specie), Poliplacofori (33 individui, 2 specie).

L'ordinamento *n*MDS ha evidenziato due raggruppamenti (Fig. 1), il primo costituito dai campioni profondi delle tre località e da quelli superficiali di Cala Parrino, il secondo che include i campioni superficiali di Punta dell'Arpa e Punta Megna. L'analisi della varianza su abbondanza e ricchezza specifica del popolamento a molluschi conferma questo andamento (Tab. 1). Per le stazioni superficiali, la procedura SIMPER (Tab. 2) ha evidenziato elevati valori di dissimilarità nel confronto a coppie tra località vegetate (Cala Parrino) e non vegetate (Punta dell'Arpa e Punta Megna). Le specie maggiormente responsabili di queste differenze sono riportate in Tab. 2.

Tab. 2 - Specie che contribuiscono maggiormente alla dissimilarità media fra le tre località Punta Megna (ME), Cala Parrino (PA) e Punta Arpa (AR) alle due profondità: superficiale (Sup), a -5 m e profonda (Prof), a -15 m. In grassetto i valori fino al 50% di dissimilarità cumulativa. (SIMPER, 90%).

*Species most contributing to the mean dissimilarity among the three locations Punta Megna (ME), Cala Parrino (PA) and Punta Arpa (AR) at the two depths: Shallow (Sup), at -5 m and Deep (Prof), at -15 m. Values up to 50% of cumulative dissimilarity are given in bold.*

|                                 | Prof         |              |              | Sup          |              |              |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | PA/AR        | ME/PA        | ME/AR        | PA/AR        | ME/PA        | ME/AR        |
| DISSIMILARITA' MEDIA            | 70,35        | 63,78        | 64,61        | 94,65        | 94,54        | 76,91        |
| SPECIE                          |              |              |              |              |              |              |
| <i>Alvania cancellata</i>       | 1,59         | 1,21         | 1,84         | 0,81         | 1,73         | <b>7,67</b>  |
| <i>Bittium latreilli</i>        | 1,44         | 1,07         | 1,42         | –            | 2,63         | <b>16,95</b> |
| <i>Bittium</i> juv.             | 2,84         | 4,04         | 2,74         | 2,6          | 1,55         | <b>13,42</b> |
| <i>Callochiton septemvalvis</i> | –            | 2,72         | <b>3,52</b>  | –            | –            | –            |
| <i>Gibberula</i> sp juv.        | <b>3,08</b>  | 2,17         | <b>4,5</b>   | –            | –            | –            |
| <i>Gibbula ardens</i>           | 1,08         | 2,53         | 2,04         | 3,59         | 0,98         | <b>16,8</b>  |
| <i>Musculus costulatus</i>      | <b>4,42</b>  | <b>4,55</b>  | <b>7,37</b>  | 2,98         | 3,19         | 0,95         |
| <i>Rissoa lia</i>               | <b>8,96</b>  | <b>8,11</b>  | <b>5,16</b>  | 6,19         | 6,21         | –            |
| <i>Rissoa</i> spp juv.          | <b>17,05</b> | <b>17,64</b> | <b>13,02</b> | <b>22,67</b> | <b>22,75</b> | –            |
| <i>Rissoa</i> sp                | <b>11,7</b>  | <b>9,72</b>  | <b>6,06</b>  | <b>6,89</b>  | <b>6,91</b>  | –            |
| <i>Rissoa variabilis</i>        | <b>3,88</b>  | <b>4,45</b>  | <b>2,88</b>  | 5,05         | 4,98         | 1,24         |
| <i>Setia alleryana</i>          | –            | –            | –            | <b>21,08</b> | <b>21,15</b> | –            |
| <i>Tricolia tenuis</i>          | 1,79         | 2,53         | <b>3,02</b>  | 2,17         | –            | –            |
| <i>Tricolia</i> spp juv.        | 1,54         | <b>4,6</b>   | <b>5,53</b>  | 0,86         | 0,87         | –            |

## Conclusioni

Il rapido aumento della densità dei ricci nell'infralitorale fotofilo dell'Isola di Ustica sembra aver causato un forte decremento delle macroalghe ed una conse-

guente diminuzione della malacofauna ad esse associata. I campioni raccolti nelle due località superficiali di Punta Megna e Punta Dell'Arpa, dove le macroalghe erette sono risultate assenti, presentano infatti valori di ricchezza specifica ed abbondanza della malacofauna notevolmente inferiori rispetto agli altri campioni nei quali il substrato è dominato da macroalghe erette. Questo dato è supportato da numerosi studi che hanno riscontrato correlazioni positive fra biomassa delle macroalghe ed abbondanza dell'epifauna (Sala, 1997; Chemello e Milazzo, 2002). L'aumento dei ricci e la conseguente formazione del *barren* è una situazione comune e diffusa in vaste aree del Mediterraneo, ed è stata attribuita in molti casi alla riduzione dell'abbondanza dei predatori per effetto della pesca professionale (Pinnegar e Polunin, 2004). Allo stato attuale non è possibile affermare se ad Ustica l'aumento dei ricci sia dovuto a processi naturali (ad es., l'aumento dei tassi di reclutamento ed il basso numero di predatori naturali presenti) o alla limitazione delle attività antropiche (come la raccolta dei ricci per scopi ricreativi e commerciali) in seguito alla creazione dell'AMP.

### Bibliografia

- BIANCHI C.N., PRONZATO R., CATTANEO-VIETTI R., BENEDETTI CECCHI L., MORRI C., PARSINI M., CHEMELLO R., MILAZZO M., FRASCHETTI S., PERAINO A., SALVATI E., BENZONI F., CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2003) – I fondi duri. Cap. 6. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino Mediterraneo*. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 199-232.
- BULLERI F., BENEDETTI CECCHI L., CINELLI F. (1999) - Grazing by the sea urchin *Arbacia lixula* and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **241**: 81-95.
- CHEMELLO R., MILAZZO M. (2002) - Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Mar. Biol.*, **140**: 981-990.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., RIGGIO S. (2000) - Molluscan assemblages associated with photophilic algae in the marine reserve of Ustica Island (southern Tyrrhenian Sea, Italy). *Italian Journal of Zoology*, **67** (3-4): 287-295.
- PINNEGAR J.K., POLUNIN N.V.C. (2004) - Predicting indirect effects of fishing in Mediterranean rocky littoral communities using a dynamic simulation model. *Ecol. Model.*, **172**: 249-267.
- PALACIN C., GRIBET G., CARNER S., DANTART L., TURON X. (1998) - Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean. *J. Sea Res.*, **39**: 281-290.
- PINNEGAR J.K., POLUNIN N.V.C., FRANCOUR P., BADALAMENTI F., CHEMELLO R., HARMELIN-VIVIEN M.L., HERU B., MILAZZO M., ZABALA M., D'ANNA G., PIPITONE C. (2000) - Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected area management. *Environ. Conserv.*, **27**: 127-136.
- RUITTON S., FRANCOUR P., BOUDOURESQUE C.F. (2000) - Relationships between algae, benthic herbivorous invertebrates and fishes in rocky sublittoral communities of a temperate sea (Mediterranean). *Est. Coast. Shelf Sci.*, **50**: 217-230.
- SALA E. (1997) - The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **212**: 45-60.

Questo lavoro è stato finanziato dai fondi ex-60%-2003 di R. Chemello.

M. CORMACI, G. FURNARI, G. GIACCONE, D. SERIO

Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

SU DUE RARE SPECIE DELLA MACROFLORA ALGALE  
MEDITERRANEA PRESENTI IN SARDEGNA: *LAURENCIA*  
*PYRAMIDALIS* (RHODOPHYTA, RHODOMELACEAE) E  
*CYSTOSEIRA SQUARROSA* (OCHROPHYTA, CYSTOSEIRACEAE)

*TWO RARE MEDITERRANEAN SPECIES RECORDED FROM  
SARDINIA: LAURENCIA PYRAMIDALIS (RHODOPHYTA,  
RHODOMELACEAE) AND CYSTOSEIRA SQUARROSA  
(OCHROPHYTA, CYSTOSEIRACEAE)*

**Abstract**

*The occurrence in Sardinia of Laurencia pyramidalis (Rhodophyta, Rhodomelaceae) and Cystoseira squarrosa (Ochrophyta, Cystoseiraceae), is reported. The finding of L. pyramidalis represents the first ascertained record of the species from the Mediterranean Sea, while that of C. squarrosa represents the first record of that species from the NW Mediterranean Sea after De Notaris' description made in 1841.*

**Key-words:** *Cystoseira squarrosa, Laurencia pyramidalis, Mediterranean Sea, Sardinia.*

**Introduzione**

Nel corso di alcune escursioni effettuate lungo la costa nord della Sardegna (Fig. 1), nei pressi di Castelsardo (Sassari), sono stati raccolti alcuni esemplari di *Laurencia pyramidalis* Bory ex Kützing e di *Cystoseira squarrosa* De Notaris, due specie piuttosto rare e/o mal conosciute in Mediterraneo.

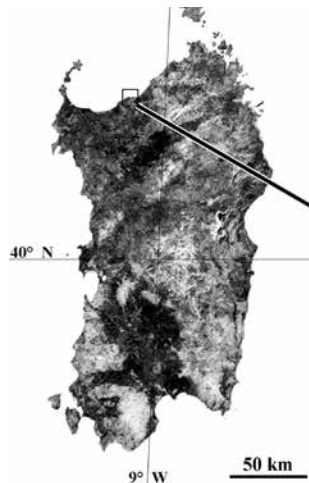


Fig. 1 - Carta della Sardegna; nel quadrato la costa di Castelsardo (Sassari).

*Map of Sardinia; the square indicates Castelsardo coast.*

*Laurencia pyramidalis*, descritta da Kützing (1849) su esemplari delle coste atlantiche della Francia, ha avuto una storia tassonomica e nomenclaturale piuttosto travagliata anche a causa della sua descrizione lacunosa. La presenza di questo taxon in Mediterraneo, dove è stato citato sia come *L. pyramidalis* sia come *L. obtusa* v. *pyramidata*, è stata considerata dubbia (Furnari *et al.*, 2001) dato che, malgrado la complessità tassonomica del *Laurencia-complex*, nessun dettaglio tassonomico è riportato nei lavori in cui esso viene citato.

*Cystoseira squarrosa* (specie endemica) è stata descritta da De Notaris (1841) su esemplari raccolti a Nizza. Essa è stata successivamente segnalata a Genova (De Notaris, 1842), in Croazia (Ercegovic, 1952), in Sicilia (Trappeto, Palermo) (Giaccone *et al.*, 1986), in Grecia (Gerloff e Geissler, 1974) ove, però, la sua presenza è da confermare (Alongi *et al.*, 2002) e sulle coste adriatiche della Puglia (Alongi *et al.*, 2002).

### Materiali e metodi

I talli delle due specie sono stati raccolti, nel giugno 2002, nelle pozze infralitorali che si riscontrano nei pressi di Castelsardo (40°55'00" N, 08°43'00" E) (Fig. 2). Il materiale raccolto è stato fissato in una soluzione di acqua di mare e formalina al 4% e conservato nell'Erbario del Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania (CAT).



Fig. 2 - Vista di Castelsardo con indicazione (freccia) della stazione di raccolta.

*View of Castelsardo showing sampling site (arrow).*

### Risultati e conclusioni

*Laurencia pyramidalis* è una specie che, appena qualche anno dopo la sua descrizione, non fu più riconosciuta a livello specifico ma considerata sinonimo di *L. obtusa* (Hudson) J. V. Lamouroux v. *pyramidata* J. Agardh. Tuttavia, agli inizi degli anni novanta, Maggs e Hommersand (1993) hanno riconosciuto la validità a livello specifico di questo taxon che “...in the British Isles, it is readily separable

from *L. obtusa* by its morphology, phenology, ecology and distribution...". I nostri esemplari (Fig. 3), solo tetrasporiferi, corrispondono alla descrizione di quelli delle isole Britanniche presentando assi cilindrici, fissati mediante un apparato stolonifero, ramificati in modo spiralato, con rami di primo ordine che diminuiscono di lunghezza nelle parti superiori del tallo conferendogli un aspetto conico. Le cellule epidermiche sono collegate da sinapsi secondarie, sono provviste di un *corp en cerise* ed hanno le pareti esterne non sporgenti nei ramuli sterili, leggermente sporgenti in quelli tetrasporiferi. Ogni cellula assiale produce 4 cellule pericentrali. Le tetrasporocisti sono disposte in modo parallelo e sono prodotte dalla quarta cellula pericentrale. Assenti cellule pericentrali addizionali tetrasporangiali. Questo ritrovamento, rappresenta la prima segnalazione documentata in Mediterraneo di questa rara specie. I risultati di uno studio dettagliato degli esemplari raccolti a Castelsardo sono stati pubblicati da Serio *et al.* (2004).



Fig. 3 - *Laurencia pyramidalis* Bory ex Kützinger: habitus.  
*Laurencia pyramidalis* Bory ex Kützinger: habit.

Nelle stesse pozze infralitorali di Castelsardo, dove è stata riscontrata *Laurencia pyramidalis*, sono stati raccolti anche alcuni talli di *Cystoseira squarrosa* (Fig. 4). Essi sono di colore giallo-bruno, rigidi e coriacei, provvisti di un robusto disco basale mediante il quale si fissano al substrato e dal quale si origina un asse primario cilindrico, piuttosto corto (3-5 cm) con apice liscio e poco sporgente. Gli assi secondari (1 raramente 2) si formano ad angolo retto subito sopra il disco basale. I rami primari, lunghi 7-12 cm, molto ramificati, appiattiti da giovani e cilindrici a completo sviluppo, si originano da tofuli piccoli e rugosi nella parte inferiore del tallo e direttamente dall'asse nella parte mediana e subapicale. I rami secondari sono cilindrici e provvisti di spine robuste spesso geminate con apici bifidi o trifidi, raramente multifidi. I ricettacoli, lunghi 2-3 cm, sono terminali e presentano i concettacoli (ermafroditi) alla base delle spine.

La presenza di questa specie a Castelsardo rappresenta la prima segnalazione per la Sardegna. Inoltre, considerato che dopo le segnalazioni di De Notaris (1841,

1842) rispettivamente per Nizza e Genova, nessun'altra segnalazione di *C. squarrosa* è stata riportata per il mar Ligure e che nelle suddette stazioni nel corso di recenti ricognizioni (Alongi *et al.*, 2000) la specie non è stata ritrovata, Castelsardo (Sassari) e Trappeto (Palermo) risultano le uniche stazioni in tutto il Mediterraneo occidentale in cui è possibile riscontrare popolazioni viventi di questa rara specie.

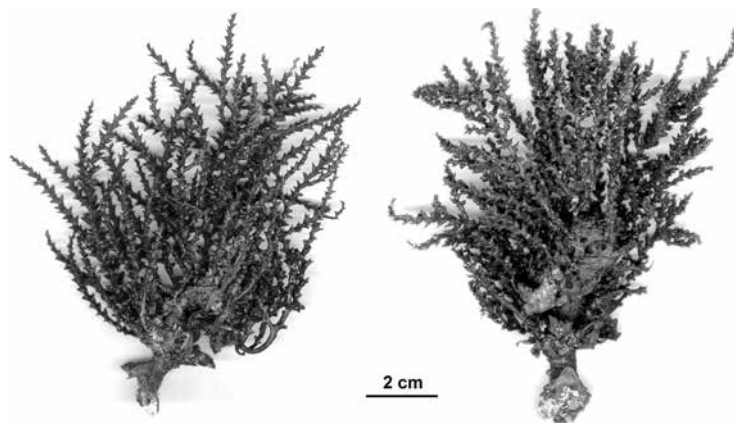


Fig. 4 - *Cystoseira squarrosa* De Notaris: habitus di due esemplari.

*Cystoseira squarrosa* De Notaris: habit of two specimens.

#### Bibliografia

- ALONGI G., CATRA M., CORMACI M., FURNARI G. (2002) - Observations on *Cystoseira squarrosa* De Notaris (Fucophyceae, Fucales), a rare and little known Mediterranean species, and its typification. *Bot. Mar.*, **45**: 530-535.
- DE NOTARIS G. (1841) - Quattro nuove specie di Alghe indigene del mare Ligustico. *Atti della seconda riunione degli Scienziati Italiani in Torino*: 200-201.
- DE NOTARIS G. (1842) - Algologiae Maris Ligustici Specimen. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, ser. 2, **4**: 273-315.
- ERCEGOVIC A. (1952) - *Fauna et flora adriatica. Vol. 2. Sur les Cystoseira adriatiques, leur morphologie, écologie et évolution*. Institut d'Océanographie et de Pêche, Split: 212 pp.
- FURNARI G., CORMACI M., SERIO D. (2001) - The *Laurencia* complex (Rhodophyta, Rhodomelaceae) in the Mediterranean Sea: an overview. *Cryptogamie, Algologie*, **22**: 331-373.
- GERLOFF J., GEISSLER U. (1974) - Eine revidierte liste der Meeresalgen Griechenlands. *Nova Hedwigia*, **22**: 721-793.
- GIACCONE G., COLONNA P., GRAZIANO C., MANNINO A.M., TORNATORE E., CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B. [1986 (1985)] - Revisione della flora marina di Sicilia e isole minori. *Boll. Accad. Gioenia Sc. Nat. Catania*, **18**: 537-781.
- KÜTZING F.T. (1849) - *Species algarum*. Lipsiae: VI+922 pp.
- MAGGS C.A., HOMMERSAND M.H. (1993) - *Seaweeds of the British Isles. 1 Rhodophyta. Part 3A Ceramiales*. London, HMSO Books, The Natural History Museum: 464 pp.
- SERIO D., FURNARI G., CORMACI M. (2004) - On the occurrence of *Laurencia pyramidalis* Bory ex Kützinger (Rhodophyta, Rhodomelaceae) in the Mediterranean Sea. *Cryptogamie, Algologie*, **25**: 329-336.



S. CORTI, B. CECCANTI\*, G. MASCIANDARO\*, S. COMO, C. LARDICCI

Dip. Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

\*Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Sez. Chimica del Suolo, CNR,  
Via Moruzzi, 1 - 56100 Pisa, Italia.

## INTERACTIONS BETWEEN POLYCHAETES AND BACTERIAL ACTIVITY IN THE SEDIMENT: A LABORATORY EXPERIMENT

### INTERAZIONE TRA POLICHETI E ATTIVITÀ BATTERICA NEL SEDIMENTO: UN ESPERIMENTO DI LABORATORIO

#### Abstract

Generally the presence of polychaetes enhances bacterial activity by ventilation and "reworking". The aim of this work is to study the possible interactions between macrofauna and bacterial community by a laboratory experiment using microcosms with *Hediste diversicolor* (Polychaeta: Nereididae) as a model species since is an important bioturbator of shallow coastal sediments. Results showed that at 21 °C the presence of polychaetes reduced bacterial activity; this is probably due to high competition for food between polychaetes and bacteria. At 10 °C differences between control and sediment with polychaetes weren't significant; low temperature probably reduced polychaete metabolism and consequently the competition for food and grazing on the bacterial community.

**Key-words:** *Hediste diversicolor*, dehydrogenases, 2-(p-iodophenyl)-3-(p-nitrophenyl)-5-phenyl tetrazolium chloride (INT).

#### Introduction

Interactions between benthic macrofauna and microbial communities within sediment are generally complex. The most conspicuous animal effects on sediment decay processes are caused by burrowing and ventilation activity (Kristensen, 1988) and by direct feeding on detritus and associated microorganisms. Microbial activity can be stimulated by animals due to fractioning of particles. The direct assimilation of detritus components by macrobenthic organisms can, however, competitively remove substrates that are otherwise available to microbial decomposers (Tenore *et al.*, 1982). In this work we studied the interactions between a burrow-dwelling polychaete, *Hediste diversicolor* (Polychaeta: Nereididae), and the activity of bacterial communities in two different sediment types by a laboratory experiment conducted under two different temperatures (10 °C and 21 °C).

#### Materials and methods

Sixteen little glass jars (9,5 cm in diameter, 10 cm in height) were utilized. In each jar 200 ml of filtered marine water and 200 g of sediment were added. Sandy and muddy sediments were separately tested, both sediments were collected in Orbetello lagoon (Gr, Italy) were added. In this study two sets of jars were prepared, one set for sandy sediment and one set for muddy sediment, each set consisting of eight jars. Three individuals of *Hediste diversicolor* (corresponding to a natural density of 420 ind/m<sup>2</sup>) were released into each of the 4 jars, while 4 jars were used as control for the two sets. Each control and treatment was tested at 10 °C and 21 °C temperature. The experiment was conducted for 1 month. At the

beginning ( $T_0$ ) and at the end ( $T_1$ ) of the experiment we measured the dehydrogenase activity by INT (tetrazolium salt 2-(p-iodophenyl)-3-(p-nitrophenyl)-5-phenyl tetrazolium chloride) in according to Masciandaro *et al.*, 2000. INT is easily reduced by the bacterial or mitochondrial respiratory dehydrogenase system to form red, water-insoluble crystals (INT-F), whose size and optical density correspond to the intensity of respiratory activity. Data were analysed by a one way model of analysis of variance and a posteriori SNK test was used when significant differences were detected (Wu, 2003).

## Results and conclusions

Contrasting with the majority of the data reported in literature (Kristensen *et al.*, 1992; Kemp, 1987), the presence of *Hediste diversicolor* in the sediment significantly reduced bacterial activity in both sediment types, but only in the experiment conducted at 21 °C (Fig. 1). In the experiment conducted at 10 °C it seems that polychaete presence enhanced bacterial activity in sandy sediment; however, the differences between control and sediments with polychaetes weren't significant. The explanation for differences between the experiments conducted at different temperature could be to higher competition with bacteria for substrates and overall proteins and grazing by polychaetes at 21 °C. Low temperature probably reduced polychaete metabolism and consequently the competition for food and grazing on the bacterial community (Kristensen *et al.*, 1992). Temperature appeared therefore to be an important factor in the determining biological interactions between polychaetes and bacteria.

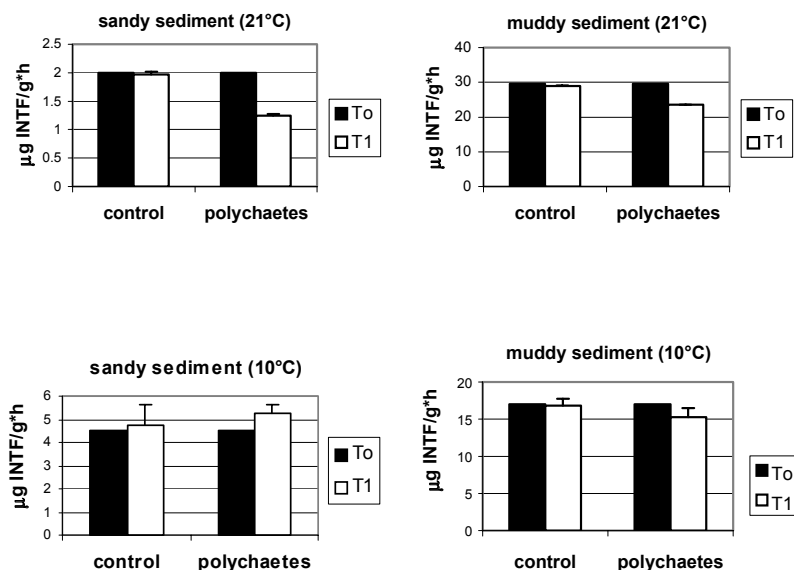


Fig. 1 - Dehydrogenase activity (mean  $\pm$  SE;  $n=4$ ) at the beginning ( $T_0$ ) and at the end ( $T_1$ ) of the experiment. Black columns: time 0 ( $T_0$ ); white columns: time 1 ( $T_1$ ).

Attività deidrogenasica (media  $\pm$  ES;  $n=4$ ) all'inizio e alla fine dell'esperimento. Colonne nere: tempo zero ( $T_0$ ); colonne bianche: tempo 1 ( $T_1$ ).

### Acknowledgements

We would like to thank the colleagues who helped us in this work: Genovesi S. (University of Pisa), Macci C. and Carmignani A. (ISE, CNR, Pisa).

### References

- KEMP P.F. (1987) – Potential impact on bacteria of grazing by a macrofaunal deposit-feeder, and the fate of bacterial production. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **36**: 151-161.
- KRISTENSEN E. (1988) – Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: Microbial activities and fluxes. In: Blackburn T.H. and Sorensen T. (eds), *Nitrogen cycling in coastal marine environments*, Wiley, NY: 275-299.
- KRISTENSEN E., ANDERSEN F.Ø., BLACKBURN T.H. (1992) – Effects of benthic macrofauna and temperature on degradation of macroalgal detritus: the fate of organic carbon. *Limnol. Oceanogr.*, **37** (7): 1404-1419.
- MASCIANDARO G., CECCANTI B., RONCHI V., BAUER C. (2000) – Kinetic parameters of dehydrogenase in the assessment of the response of soil to vermicompost and inorganic fertilisers. *Biol. Fert. Soils.*, **32** (6): 479-483.
- TENORE K.R. (1988) – Nitrogen in benthic food chains. In: Blackburn T.H. and Sorensen T. (eds), *Nitrogen cycling in coastal marine environments*, Wiley, NY: 191-205.
- WU S.S., TSUTSUMI H., KITA-TSUKAMOTO H., KOGURE K., OHWADA K., WADA M. (2003) – Visualization of the respiring bacteria in sediments inhabited by *Capitella* sp. I. *Fishe. Sci.*, **69**: 170-175.

D. CURIEL, E. CHECCHIN, C. MIOTTI, G. PESSA, G. BELLEMO, M. MARZOCCHI\*

SELC Soc. Cop., Via dell'Elettricità, 5 - 30174 Marghera (VE), Italia.  
curiel@selc.it

\*Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Trieste, 75 - 35121 Padova, Italia.

## DINAMICHE ED EPIFITISMO DELLE FANEROGAME MARINE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

### *GROWTH DYNAMICS AND EPIPHYTES OF THE SEAGRASS IN THE LAGOON OF VENICE*

#### **Abstract**

*During a monitoring program carried out in 2002 growth dynamics of seagrasses *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Zostera marina* Linnaeus and *Nanozostera noltii* (Hornem.) Tomlinson et Posluzny, together with their epiphytic community, have been studied monthly. Density, aboveground and belowground biomass and length of shoots have been measured in the seagrass meadows; coverage and biomass of epiphytic fauna and flora have been calculated on two of the oldest leaves.*

**Key-words:** sea grass, epiphytes, Lagoon of Venice.

#### **Introduzione**

Nell'ambito di un monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia condotto per conto del Magistrato alle Acque, tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, sono state eseguite nel 2002 misure mensili dei parametri fenologici e dell'epifitismo fito-zoobentonico delle fanerogame marine *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Zostera marina* Linnaeus e *Nanozostera noltii* (Hornem.) Tomlinson et Posluzny.

#### **Materiali e metodi**

Le aree di campionamento sono state individuate in tre apposite parcelle di 100×100 m scelte all'interno di praterie naturali lagunari monospecifiche, con coperture prossime al 100%. I prelievi delle fanerogame marine sono avvenuti mediante un campionatore cilindrico, del diametro di 23 cm e dell'altezza di 30 cm, eseguendo in ogni parcella 5 repliche casuali (Rismondo *et al.*, 1997). Ogni replica è stata posta in un setaccio con maglia di 1 mm per separare la frazione vegetale dal sedimento. Durante le attività di campo, sono stati prelevati manualmente in immersione con autorespiratore, almeno 20 ciuffi fogliari per lo studio delle epifite algali e animali. In laboratorio per le fanerogame è stata determinata la densità, la biomassa epigea ed ipogea in peso secco e le dimensioni dei ciuffi mentre, per le epifite, sono state esaminate al microscopio le due foglie più esterne di dieci ciuffi diversi determinandone il ricoprimento specifico e la biomassa totale (*dry weight*) (Reyes e Sansón, 1997).

#### **Risultati**

Tra le tre fanerogame, *N. noltii* evidenzia la maggiore densità sia nella media annua (1953 ciuffi/m<sup>2</sup>) che massima (2671 ciuffi/m<sup>2</sup>) mentre, *Z. marina* è la specie

con le densità più basse (media annua 378 ciuffi/m<sup>2</sup> e massima 764 ciuffi/m<sup>2</sup>). *C. nodosa* denota una marcata stagionalità nella lunghezza delle foglie variando in media da 18,8 cm nel mese di maggio a 83,5 cm in agosto.

*N. noltii* è la specie con la minore biomassa totale media annua (112,1 g dw/m<sup>2</sup>), mentre, *C. nodosa*, è la fanerogama con quella più elevata per la dominanza della frazione ipogea (media annua 597,7 g dw/m<sup>2</sup>, minima 402,2 g dw/m<sup>2</sup>, massima 741,4 g dw/m<sup>2</sup>).

*C. nodosa* e *N. noltii* hanno le maggiori dinamiche di crescita al termine della primavera e all'inizio dell'estate mentre, *Z. marina* tra la fine dell'inverno e la primavera.

Le foglie maggiormente epifitate sono quelle di *C. nodosa* con 63 taxa totali e una media di 21,9 taxa per rilievo mensile. *C. nodosa* si caratterizza inoltre per il maggior ricoprimento (media annua 1,43 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> prateria e massimo in luglio 3,37 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> prateria) e biomassa delle epifite (media annua 35,9 g dw/m<sup>2</sup> prateria e massima in ottobre con 81,1 g dw/m<sup>2</sup>). *N. noltii* è la specie con la minore biodiversità epifitica (35 taxa totali e 11,9 taxa per rilievo), mentre *Z. marina* ha il minor ricoprimento (media annua 0,0016 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> prateria e massimo in agosto 0,0022 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> prateria) e biomassa (media annua 4,3 g dw/m<sup>2</sup> prateria e massimo in luglio 13,5 g dw/m<sup>2</sup> prateria).

## Conclusioni

L'analisi dei dati denota che le tre fanerogame hanno modelli di crescita differenti. *C. nodosa* e *N. noltii*, quest'ultima probabilmente perché soggetta a regolare emersione, sono le specie che maggiormente risentono delle variazioni stagionali, presentando marcate differenze tra la fase di quiescenza invernale-primaverile e il periodo vegetativo della tarda primavera ed estate. *Z. marina* ha invece un andamento più regolare durante l'anno con flessioni nei mesi estivi dovute alle elevate temperature dell'acqua e alla torbidità accentuata nel nostro sito da adiacenti scavi in corso.

*C. nodosa* ha la comunità epifitica più diversificata, costituita principalmente da macroalghe e nei mesi invernali da botrilli. Il minor numero di epifite, sia in media che nei valori minimi e massimi, si rileva invece in *N. noltii* che si caratterizza soprattutto per la presenza di diatomee bentoniche del genere *Navicula* e *Melosira*. Nelle lamine di *N. noltii* e di *Z. marina* il ricoprimento epifitico per metro quadro di prateria risulta inferiore di 3-4 volte sui valori medi e di 6 volte sui valori massimi rispetto a quello rilevato per *C. nodosa*. L'analisi della superficie fogliare epifitata denota come *C. nodosa* e *N. noltii* presentano valori medi annuali di ricoprimento dell'ordine del 40%, mentre *Z. marina* solamente dell'8%.

## Bibliografia

- REYES J., SANSON M. (1997) – Biomass and production of the epiphytes on the leaves of *Cymodocea nodosa* in the Canary Island. *Bot. Mar.*, **44**: 307-313.
- RISMONDO A., CURIEL D., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M. (1997) - Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. *Aquatic Botany*, **58**: 55-64.

D. CURIEL, A. RISMONDO, E. CHECCHIN, C. DRI, C. MIOTTI, A. PIERINI,  
D. MION, R. ZAJA

SELC Soc. Cop., Via dell'Elettricità, 5 - 30174 Marghera (VE), Italia.  
curiel@selc.it

## DISTRIBUZIONE DELLE MACROALGHE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

### *DISTRIBUTION OF THE MACROALGAE IN THE LAGOON OF VENICE*

#### **Abstract**

*In the spring and summer of the 2002 a mapping of the distribution of macroalgal vegetation on soft substrata of the Lagoon of Venice has been performed, at a 1:10.000 scale. Mapping operations have been performed by boat, using DGPS, aerial photography and IKONOS satellite images. Macroalgae distribution confirms the regression of the monospecific coverage of Ulva, Chaetomorpha and Gracilariopsis, occurring since 1990, and shows a strong increase of Vaucheria spp.*

**Key-words:** *phytobenthos, algae, quantitative distribution, Lagoon of Venice.*

#### **Introduzione**

Nella primavera-estate del 2002 è stata eseguita una mappatura in scala 1:10.000 delle macroalghe dei fondali incoerenti della Laguna di Venezia. Lo studio è stato condotto per conto del Magistrato alle Acque, tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, con lo scopo di aggiornare conoscenze della distribuzione, oltre che delle fanerogame marine (Rismondo *et al.*, 2003), anche delle principali macroalghe, quali indicatori di livello integrato su scala lagunare, come riportato anche nella recente normativa europea (2000/60). Nel medesimo periodo, uno studio parallelo, sempre su scala lagunare, ha valutato invece gli aspetti quali-quantitativi delle macroalghe dei substrati incoerenti (Magistrato alle Acque, 2004).

#### **Materiali e metodi**

I rilievi sono stati eseguiti con imbarcazioni dotate di strumentazione DGPS percorrendo transetti o seguendo i limiti dei popolamenti macroalgali avvalendosi di supporti aerofotogrammetrici eseguiti durante condizioni di bassa marea e immagini satellitari IKONOS. La mappatura è stata eseguita sull'intera laguna per un totale di 31.000 ha escludendo le valli da pesca e i canali navigabili. I markers rilevati in campo riportavano un codice di identificazione dell'alga e il grado di copertura secondo una scala di 4 classi (0-5%; 5-50%; 50-75%; 75-100%). I dati sono stati successivamente elaborati con un software GIS (ESRI ArcGIS 8.2) e le aree occupate dalle macroalghe così definite sono state in prima analisi confrontate con le immagini satellitari e le fotografie aeree georeferenziate dello stesso mese. Quando possibile, le mappe sono state realizzate a livello di specie, mentre per le macroalghe non identificabili direttamente in campo, si è utilizzato un livello tassonomico superiore.

## Risultati

I rilievi condotti nella primavera-estate hanno evidenziato che solamente 5 taxa ricoprivano i fondali lagunari con estensioni tali da consentire l'elaborazione di una cartografia su scala generale. La Rhodophyta *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) Steentoft *et al.*, le Crysophyta del genere *Vaucheria* (*Vaucheria submarina* (Lyngbye) Berkeley e *Vaucheria piloboloides* Thuret), un intreccio di Phaeophyta prevalentemente Ectocarpales, che include specie appartenenti ai generi *Ectocarpus* e *Hinksia*, e le Chlorophyta *Ulva laetevirens* Areschoug e *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing, colonizzavano complessivamente, con popolamenti puri o misti, una superficie di 4.976 ha corrispondente al 16% della superficie lagunare (Tab. 1). Nella Laguna nord le macroalghe ricoprivano una superficie di 785 ha con *Vaucheria* spp. e *U. laetevirens*, rispettivamente con 770 ha e 53 ha tra popolamenti puri e misti. Nella Laguna centrale le coperture macroalgali erano di 433 ha con la prevalenza di *U. laetevirens* (371 ha) su *Vaucheria* spp. ed Ectocarpales che, tra popolamenti misti e puri, colonizzavano 119 ha. Nella Laguna sud 3.757 ha di fondale erano colonizzati da macroalghe. Di questi ben 2.281 ha erano colonizzati da *U. laetevirens* anche se rilevanti erano le coperture delle Ectocarpales (1287 ha), di *C. linum* (589 ha), di *G. longissima* (328 ha) e di *Vaucheria* spp. (287 ha).

## Conclusioni

Rispetto alle mappature condotte sino alla fine degli anni '90 (Sfriso *et al.*, 1992; Solazzi *et al.*, 1981; Magistrato alle Acque, 1998) appare evidente una forte riduzione delle coperture, soprattutto nella laguna nord e centrale. La mappatura del 2002 conferma le tendenze regressive dello sviluppo delle macroalghe rilevate nell'ultimo decennio (Curiel *et al.*, 2004; Sfriso, 1996). Le coperture e le elevate biomasse, presenti sino al 1990 di *Ulva*, *Chaetomorpha*, *Gracilariopsis*, ora si sovrappongono per l'80-95% con gli areali delle fanerogame marine. *Vaucheria* spp. sembrano invece antagoniste delle fanerogame marine e stanno colonizzando i fondali intertidali posti ai margini delle barene prima occupati da *Nanozostera noltii* (Hornemann) Tomlinson *et* Posluzny ora in fase regressiva su tutta la laguna (Rismondo *et al.*, 2003).

Tab. 1 - Coperture dei principali taxa rilevati nella laguna di Venezia.

*Coverage of main taxa found in the lagoon of Venice.*

|                                  | Copertura<br>totale (ha) | Copertura<br>pura (ha) | Copertura<br>mista (ha) |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>Chaetomorpha linum</i>        | 588                      | 311                    | 277                     |
| Ectocarpales                     | 1312                     | 524                    | 788                     |
| <i>Gracilariopsis longissima</i> | 365                      | 104                    | 261                     |
| <i>Ulva laetevirens</i>          | 2706                     | 1942                   | 764                     |
| <i>Vaucheria</i> spp.            | 1115                     | 1055                   | 60                      |



**Bibliografia**

- CURIEL D., RISMONDO A., BELLEMO G., MARZOCCHI M. (2004) - Quantitative and qualitative macroalgae variations in Venice lagoon (Italy, North Adriatic sea): 1981-1998. *Sci. Mar.*, **68** (1): 57-67.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE (1998) – Arresto ed inversione del degrado conseguente alla proliferazione delle macroalghe nelle laguna di Venezia. Perizia 1997-1998. Consorzio Venezia Nuova.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE (2004) - Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 – Attività 3C.4.5 – Rapporto sugli esiti delle campagne di acquisizione dati macrofitobenthos. I anno. Consorzio Venezia Nuova.
- RISMONDO A., CURIEL D., SCARTON F., MION D., CANIGLIA G. (2003) - A New Seagrass Map for the Venice Lagoon. Sixth Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEADCOAST 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, **2**: 843-852.
- SFRISO A. (1996) - Decremento di produzione e cambio nella vegetazione macroalgale nella Laguna di Venezia, *Inquinamento*, **5**: 80-88.
- SFRISO A., PAVONI B., MARCOMINI A., ORIO A.A. (1992) – Macroalgae, nutrient cycles, and pollutants in the lagoon of Venice. *Estuaries*, **15**: 517-528.
- SOLAZZI A., CAVOLO F., SFRISO A. (1981) - Distribuzione della biomassa algale nella laguna centrale. Censimento algale in laguna di Venezia. C.S.A.R.E., Rovigo.

G. FORNI, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Sezione di Ecologia, Dip. di Ecologia del Territorio, Università di Pavia,  
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.

## STRUTTURA DI POPOLAZIONE DEL BIVALVE *LENTIDIUM MEDITERRANEUM* E VARIAZIONI AMBIENTALI IN NORD ADRIATICO

### *POPULATION STRUCTURE OF THE BIVALVE LENTIDIUM MEDITERRANEUM AND ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*The numerical abundance and size-structure of two populations of the bivalve *Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa, 1839) in the Northern Adriatic Sea have been investigated in order to determine adequate methods for assessing marine coastal water conditions in estuarine environments. The analysis of data collected seasonally in six consecutive years has shown some relations with environmental variables, the most important of which is the Po river outflow before the recruitment period.*

**Key-words:** *population structure, *Lentidium mediterraneum*, Northern Adriatic Sea, environmental monitoring.*

#### **Introduzione**

Diversi e numerosi sono i metodi sviluppati nel tentativo di definire la qualità degli ambienti marini costieri attraverso lo studio del macrobenthos. Tra questi, gli indici di qualità si basano sul presupposto che ricchezza specifica e diversità della comunità aumentino in presenza di buone condizioni ambientali (Occhipinti Ambrogi e Forni, 2003). Nel nord Adriatico la comunità macrobentonica è caratterizzata da poche specie che, ben adattate alle peculiari condizioni ambientali, possono raggiungere elevate abbondanze. In questi casi, l'utilizzo di indici convenzionali dà troppa importanza al ridotto numero di specie presenti e alla bassa diversità, rischiando di fornire a priori giudizi di scarsa qualità ambientale. Da qui il tentativo di ottenere indicazioni sulle condizioni dell'area in esame attraverso lo studio della struttura di popolazione delle specie dominanti. Scopo del presente lavoro è quindi di verificare se le variazioni annuali nel reclutamento e nell'accrescimento di *Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa, 1839), dominante nell'area a sud del delta del Po alle batimetrie superficiali, possano essere messe in relazione con i cambiamenti delle condizioni ambientali. *L. mediterraneum*, specie caratteristica degli ambienti estuariali (Bedulli e Ambrogi, 1982), arriva a costituire in alcune occasioni più del 90% della densità totale. Nell'area del delta padano altri autori hanno registrato densità di *Lentidium* molto elevate, fino a 800.000 ind. m<sup>-2</sup> (Ambrogi e Barlocco, 1993) con fluttuazioni di abbondanza accompagnate da variazioni di taglia media degli individui (Ambrogi *et al.*, 1995).

#### **Materiali e metodi**

Nell'ambito di un programma di monitoraggio ambientale, svolto dal luglio 1996 al luglio 2002, con cadenza stagionale sono stati effettuati prelievi di macro-



A Porto Garibaldi il reclutamento di nuovi individui avviene principalmente nel periodo primaverile-estivo. In estate si ha in genere un'elevata abbondanza (densità massima 49754 ind.m<sup>-2</sup> a luglio '00) di individui di piccola taglia con moda compresa tra 1 e 2 mm. In autunno la popolazione presenta uno scarso accrescimento individuale (moda compresa tra 1,5 e 2 mm) ed una drastica riduzione (densità massima 2454 ind.m<sup>-2</sup> a ottobre '99) probabilmente attribuibile, in alcuni casi, anche alla diminuzione delle concentrazioni di ossigeno sul fondo durante l'estate. Nel periodo invernale si registra un nuovo picco di densità (densità massima 70292 ind.m<sup>-2</sup> a marzo 2000), sostenuto da individui di dimensioni maggiori; la moda varia tra 2,5 e 5 mm. L'accrescimento può essere favorito dall'abbondanza di fitoplancton, (media mensile della clorofilla *a* a febbraio compresa, in genere, tra 10 e 45 µg.l<sup>-1</sup>). Fanno eccezione i campionamenti di febbraio '97 e marzo '01, quando i forti eventi di piena del Po nell'autunno precedente (picchi di portata giornaliera, registrati a Pontelagoscuro, rispettivamente di 6700 m<sup>3</sup>.sec<sup>-1</sup> nel '96 e di 9650 m<sup>3</sup>.sec<sup>-1</sup> nel '01) hanno presumibilmente decimato la popolazione (densità inferiori a 800 ind.m<sup>-2</sup>). In primavera, ad esclusione del '99, la popolazione si riduce fortemente fino a scomparire negli anni successivi all'evento eccezionale di piena ('97 e '01).

A Cesenatico il reclutamento di *L. mediterraneum* si prolunga fino all'autunno, quando si ritrovano elevate densità di organismi (densità massima 82637 ind.m<sup>-2</sup> ad ottobre 2000) con moda compresa tra 1 e 2 mm; il reclutamento potrebbe essere favorito da concentrazioni di ossigeno più costanti durante il periodo estivo. Nel campionamento invernale le elevate densità e la taglia raggiunta (moda compresa tra 3 e 5 mm) corrispondono ad alte concentrazioni di fitoplancton (a febbraio media mensile di clorofilla *a* compresa tra 10 e 61 µg.l<sup>-1</sup>). In primavera la popolazione si riduce; eccezionalmente in maggio '97 e '01, dopo gli eventi di piena autunnali ('96 e '00), si registrano densità superiori ai 12000 ind.m<sup>-2</sup> e la classe modale è compresa tra 5,5 e 6 mm.

## Conclusioni

A Cesenatico, condizioni ambientali generalmente più costanti favoriscono un più lungo periodo di reclutamento e il raggiungimento di dimensioni maggiori negli adulti. L'alta concentrazione di clorofilla *a*, in entrambe le stazioni durante l'inverno, corrisponde ad elevate densità e a taglie più grandi, in accordo con quanto osservato da altri autori (Ambrogi *et al.*, 1995).

Importanti per spiegare le fluttuazioni di abbondanza della specie sono i dati relativi alle variazioni di portata del Po. Gli eventi di piena verificatisi nell'ottobre '96 e '00 hanno influenzato negativamente la densità alla stazione di Porto Garibaldi più vicina al delta; invece alla stazione di Cesenatico, le stesse piene autunnali sembrano favorire la sopravvivenza invernale della specie.

I soli parametri chimico-fisici tuttavia non spiegano le forti variazioni di abbondanza osservate; importante potrebbe essere l'incidenza di spostamenti attivi e passivi da aree limitrofe di un gran numero di individui, fenomeno già descritto per *L. mediterraneum* da Amouroux, 1974 e da Ambrogi e Barlocco, 1993; secondo tali Autori la specie recluterebbe più al largo per poi trasferirsi sottocosta durante l'inverno.

Lo studio della struttura di popolazione di *L. mediterraneum* ha quindi fornito informazioni complementari, rispetto all'analisi strutturale dell'intera comu-

nità (Daelli *et al.*, 2000), utili per comprendere la diversa risposta delle specie alle condizioni ambientali prevalenti od occasionali nelle due stazioni di campionamento.

### Bibliografia

- AMBROGI R., BARLOCCO A. (1993) - Variazioni largo-costa di una comunità a *Lentidium mediterraneum* (Mollusca Bivalvia). *Atti 10° Congresso del Gruppo per l'Ecologia di base "G. Gadio"*: 263-282.
- AMBROGI R., COLANGELO M.A., FONTANA P., GATTO M., SEI S., TRACANELLA E. (1995) - La demografia del bivalve *Lentidium mediterraneum* nella zona di mare antistante il delta del Po. *Atti 6° Congresso Soc. Ital. Ecologia*, **16**: 165-167.
- AMOUREUX J.M. (1974) - Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. III Variations spatiales et saisonnières. *Vie milieu (sér. B)*, **24**: 321-354.
- BEDULLI D., AMBROGI R. (1982) - Il popolamento malacologico della fascia marina costiera antistante il delta del fiume Po. *Soc. Malacol. Ital. Lavori*: 93-102.
- DAELLI E., OCCHIPINTI AMBROGI A., SALA I., FERRARI C. (2000) - Seasonal variations in macrobenthic communities along Emilia-Romagna Coasts (Northern Adriatic). *Atti Assoc. It. Oceanogr. Limnol.*, **13** (2): 67-78.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., FORNI G. (2003) - Gli Indici Biotici. In: Gambi M.C., Dapiano M. (eds), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl. 1): 577-604.

P. GIANGUZZA, C. BONAVIRI, R. CHEMELLO, S. RIGGIO

Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Palermo,  
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italy.  
pgiangua@unipa.it

## REMARKABLE PRESENCE OF *APLYSIA PUNCTATA* (MOLLUSCA, OPISTHOBRANCHIA, ANASPIDEA) IN THE USTICA ISLAND MPA (WESTERN MEDITERRANEAN, ITALY)

### *STRAORDINARIA PRESENZA DI APLYSIA PUNCTATA (MOLLUSCA, OPISTHOBRANCHIA, ANASPIDEA) NELL'AMP "ISOLA DI USTICA"*

#### **Abstract**

In late winter 2004 a remarkable occurrence of the sea hare *Aplysia punctata* (Mollusca, Opisthobranchia, Anaspidea) was recorded within the rocky shore (upper infralittoral) of the 'no take zone' of the Ustica Island MPA. The density of the sea hare population between February-March 2004 was estimated, by SCUBA diving along the rocky shore of Cala Sidoti (N-E of Ustica Island). Results of the present study showed that the sea hare was exceptionally abundant at Cala Sidoti. In fact, population density ranged from  $18 \pm 3$  (SE) individuals/m<sup>2</sup> and analysis of body masses suggested that recruits, juveniles and adults were present simultaneously.

**Key-words:** *Aplysia punctata*, spatial variability, abundance, Mediterranean AMP.

#### **Introduction**

In late winter 2004 a remarkable occurrence of the sea hare *Aplysia punctata* (Cuvier, 1803) was accidentally recorded within the marine protected area of Ustica Island, specifically on the rocky shore of Cala Sidoti (038°42.50N; 013°9.00E). *A. punctata* was found to occur mainly on Phaeophyta algae, especially *Cystoseira brachycarpa* J. Agardh v. *balearica* (Sauvageau) Giaccone, *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux v. *dichotoma* and *Padina pavonica* (L.) Lamouroux.

The present paper provides preliminary data of a two month survey on the abundance of *A. punctata* along the rocky shore of Cala Sidoti. Furthermore, body masses of *A. punctata* have been recorded to describe the demographic structure.

#### **Materials and methods**

The sea hare density was estimated by SCUBA diving on four sampling days (February-March 2004) by independent random counts of individuals present within quadrates of 1 m<sup>2</sup> (n=15). Furthermore, to describe the population structure, 70 and 89 sea hares were collected at Cala Sidoti in February and March respectively. These animals were then weighed in the laboratory and the resulting data was used in the construction of weight frequency histograms: the size class intervals was of 0.5 g.

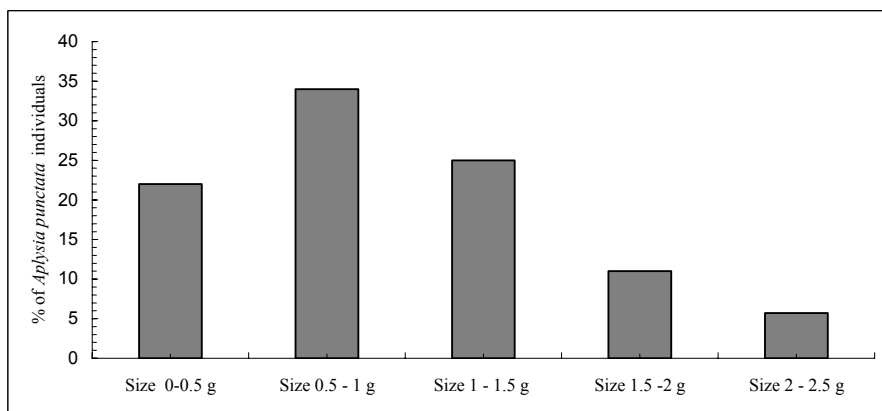
#### **Results**

Results of the present study showed that the sea hare was exceptionally abundant at Cala Sidoti: in a single sampling dive it was not unusual to find more

than 400 specimens either mating by copulatory chains or feeding on photophilic algae as *C. brachycarpa*.

Density of *A. punctata* ranged from  $18 \pm 3$  (SE) sea hare/m<sup>2</sup> in February and  $20 \pm 5,4$  (SE) sea hare/m<sup>2</sup> in March. Body masses in the samples collected in February and March ranged from 0.2 g to 3.40 g, indicating that recruits, juveniles and adults were present at the same time (Fig. 1 A, B).

**A**



**B**

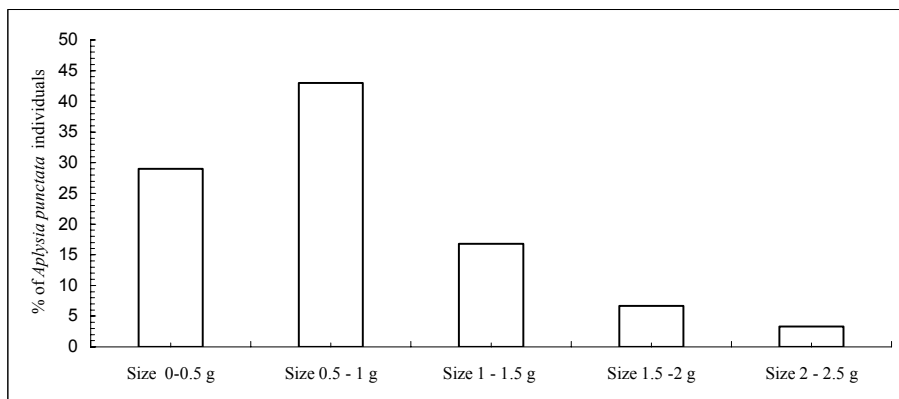


Fig. 1 - Population structure of *Aplysia punctata* collected in February (A) and March (B) 2004 at Cala Sidoti Ustica Island.

*Struttura di popolazione di Aplysia punctata campionata a febbraio (A) e marzo (B) 2004 a Cala Sidoti Isola di Ustica.*

## Conclusions

*A. punctata*, never previously recorded in the Ustica Island MPA (Chemello, 1984; Milazzo *et al.*, 2000), was remarkably abundant on the rocky shore of Cala



Sidoti in the winter of 2004. This mass swarming phenomenon, very common amongst sea hares worldwide is not still fully understood (Nybakken, 1978; Trowbridge, 2002). Basically it seems that sometimes, when conditions are very favourable, large numbers of larvae settle out of the plankton and grow rapidly to maturity (W. Rudmann, pers. obs.). Furthermore, it seems that these opisthobranch swarmings coincide with periods of hot weather and relatively warm water and thus could be a consequence of global warming.

Our record of *A. punctata* on the rocky shore of Cala Sidoti, documents a new case of sea hare bloom and future work is needed to better investigate temporal fluctuations of this species over appropriate temporal and spatial scales.

### Acknowledgements

The authors are indebted to Julie-Anne Buck for revising the English text.

### References

- CHEMELLO R. (1984) - Studio della malacofauna costiera dell'Isola di Ustica (Gastropoda). *Atti del I Congresso Società Italiana di Malacologia*, **22**: 51-76.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., NASTA E., RIGGIO S. (2000) - Variazioni spaziali e temporali della malacofauna costiera della Riserva Marina dell'Isola di Ustica (Mediterraneo centrale). *Boll. Malac.*, **36**: 175-182.
- NYBAKKEN J. (1978) - Abundance, diversity and temporal variability in a California intertidal nudibranch assemblage. *Mar. Biol.*, **45**: 129-146.
- TROWBRIDGE D.C. (2002) - Northeastern Pacific sacoglossan opisthobranchs: review, bibliography, and prospectus. *Veliger*, **45**: 1-24.

This study was funded by the M.U.R.S.T. ex 60% research project to Prof. Silvano Riggio.

M. GRAZIANO, M. MILAZZO, A. DI FRANCO, G. FRANZITTA, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.  
mggraziano@katamail.com

## VALUTAZIONE DELLA COMPONENTE BENTONICA DI IPOSTRATO IN TRE AREE MARINE PROTETTE DEL TIRRENO MERIDIONALE

### *EVALUATION OF THE BENTHIC ASSEMBLAGES IN THREE MARINE PROTECTED AREAS OF THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA*

#### **Abstract**

*The evaluation of the benthic assemblages in the upper rocky infralittoral was carried out in three MPAs: Ustica Island, Egadi Islands, and Capo Gallo-Isola delle Femmine. The structure and composition of benthic assemblages were different among MPAs. Very likely, this could be related to a differential sea urchins grazing.*

**Key-words:** *marine parks, zoobenthos, underwater photography, Mediterranean Sea.*

#### **Introduzione**

Gli studi sulle aree marine protette (AMP) vengono di solito effettuati utilizzando descrittori quali la fauna ittica (García-Charton *et al.*, 2000) o il macrozoobenthos (Milazzo *et al.*, 2000). Pochi studi sulle AMP sono stati svolti utilizzando la componente bentonica di ipostrato (Ceccherelli *et al.*, 2005).

Il presente studio confronta la struttura del popolamento bentonico di ipostrato nell'infralitorale fotofilo roccioso delle tre AMP della Sicilia nord-occidentale: Isola di Ustica (US), Isole Egadi (MA) e Capo Gallo-Isola delle Femmine (CG).

#### **Materiali e metodi**

I campionamenti sono stati realizzati nel periodo giugno-luglio 2003 utilizzando una tecnica fotografica. All'interno di ciascuna AMP, distanziate tra loro da decine o centinaia di chilometri, sono stati considerati tre siti separati da centinaia di metri. In ciascun sito sono state scattate dieci repliche fotografiche allocate in maniera casuale su pareti naturali verticali o subverticali ad una profondità compresa tra i 4 ed i 7 metri. L'abbondanza specifica (S) e il ricoprimento specifico percentuale (R%) di ciascun *taxon* sono state valutate direttamente sulle diapositive allo stereomicroscopio. Analisi multivariate (nMDS) ed univariate (ANOVA) sono state utilizzate per verificare potenziali differenze.

#### **Risultati**

L'analisi del popolamento bentonico di ipostrato ha permesso di identificare nel complesso 51 *taxa*. Le alghe coralline incrostanti dominano in ricoprimento con il 38,3% ( $\pm 13,5$ ) a MA, il 35,7% ( $\pm 7,4$ ) a US ed il 20,6% ( $\pm 1,8$ ) a CG. Nei tre siti di US la ricchezza specifica media è notevolmente inferiore rispetto alle altre due AMP.

L'analisi della varianza ed i relativi test SNK mostrano valori di S e R% significativamente più elevati a CG e MA rispetto ad US (Fig. 1 e Tab. 1). È evidente una certa variabilità alla scala dei siti. L'analisi nMDS evidenzia come le tre AMP siano caratterizzate da popolamenti di ipostrato differenti in struttura (Fig. 2). Due siti dell'AMP Isole Egadi (MA), caratterizzati da valori di ricoprimento e di ricchezza specifica inferiori, presentano una composizione ed una struttura simile al *barrens* usticese, ovvero una estesa fascia pascolata dai ricci tipica dell'infralitorale superiore dell'isola.

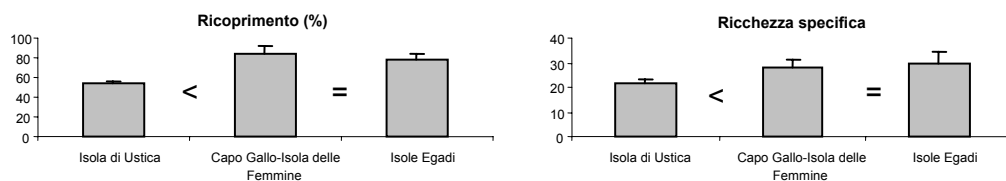


Fig. 1 - Risultati del test SNK su ricoprimento (%) e ricchezza specifica nelle tre AMP.

*Results of the SNK tests on taxa richness and % coverage among the three MPAs.*

Tab. 1 - Analisi della varianza e relativi test SNK sul ricoprimento (%) e la ricchezza specifica del popolamento di ipostrato nelle tre AMP; ns (non significativo); \* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ); \*\*\* ( $p < 0,01$ ). Non vengono riportati i test SNK sul fattore sito.

*ANOVA and SNK tests on % coverage and taxa richness of the benthic assemblages among the three MPAs; ns (not significant); \* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ); \*\*\* ( $p < 0,01$ ). The results of the SNK test on the Site factor were not reported.*

#### ANOVA

| Sorgente di variazione    | df | Ricoprimento % |           | Ricchezza specifica |          |
|---------------------------|----|----------------|-----------|---------------------|----------|
|                           |    | MS             | F         | MS                  | F        |
| Area marina protetta: AMP | 2  | 7561,59        | 40,47**   | 183,88              | 9,42*    |
| Sito: Si                  | 2  | 568,31         | 4,44*     | 60,88               | 12,18*** |
| AMP x Si                  | 4  | 186,82         | 1,46 n.s. | 19,51               | 3,9**    |
| Residui                   | 81 | 128,01         |           | 4,99                |          |
| Trasformazione            |    | nessuna        |           | nessuna             |          |
| Test di Cochran           |    | C = 0,23; ns   |           | C = 0,19; ns        |          |

| Test SNK | Amp                               | Amp x Si                          |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|          | Capo Gallo = Isole Egadi > Ustica | Capo Gallo = Isole Egadi > Ustica |

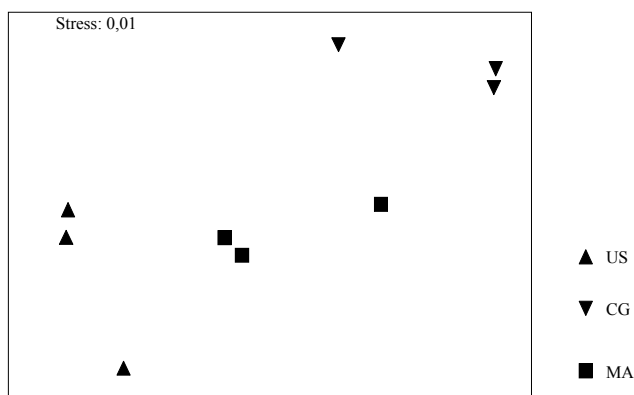


Fig. 2 - Ordinamento nMDS sulla componente bentonica di ipostrato delle tre aree marine protette.  
*nMDS ordination on the benthic assemblages of the three marine protected areas.*

## Conclusioni

Analogamente a studi condotti in altre aree subtidali temperate (Connell, 2003), le alghe coralline incrostanti sono i *taxa* dominanti la componente bentonica di ipostrato delle tre AMP. Questo dato è particolarmente evidente alle Isole Egadi ed all'Isola di Ustica. Proprio nel *barrens* usticese i valori di S e R% sono significativamente inferiori rispetto alle altre due AMP.

Nel complesso, l'analisi della struttura del popolamento ha mostrato differenze alla scala delle decine o centinaia di chilometri, ovvero tra le differenti AMP. La dominanza delle alghe coralline incrostanti in alcuni siti delle Isole Egadi oltre a testimoniare un principio di formazione del *barrens*, colloca l'AMP in una posizione intermedia. A Capo Gallo la presenza in epistrato di macroalghe erette potrebbe aver favorito elevati valori di R% di specie sciafile come *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata* e *Dictyopteris polypoides*.

Un'ipotesi plausibile, ma da verificare con idonee serie temporali di campionamento, potrebbe rivelare un ruolo chiave dei ricci nella strutturazione di questo popolamento.

## Bibliografia

- CECCHERELLI G., CASU D., SECHI N. (2005) - Spatial variation of intertidal assemblages at Tavolara-Capo Coda Cavallo MPA (NE Sardinia): geographical vs. protection effect. *Mar. Environ. Res.*, **59**: 533-546.
- CONNELL S.D. (2003) - The monopolization of understory habitat by subtidal encrusting coralline algae: a test of the combined effects of canopy-mediated light and sedimentation. *Mar. Biol.*, **142**: 1065-1071.
- GARCÍA-CHARTON J.A., WILLIAMS I., PÉREZ-RUZAF A., MILAZZO M., CHEMELLO R., MARCOS C., KITSOS M.-S., KOUKOURAS A., RIGGIO S. (2000) - Evaluating the ecological effects of Mediterranean marine reserves: habitat, scale and the natural variability of ecosystems. *Environ. Conserv.*, **27**: 159-178.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., RIGGIO S. (2000) - Molluscan assemblages associated with photophilic algae in the marine reserve of Ustica Island (southern Tyrrhenian Sea, Italy). *It. J. Zool.*, **67**: 287-295.

La presente ricerca è stata svolta sui fondi ex-60% 2003 di R. Chemello.

P. MAGNI<sup>1</sup>, G. FENZI<sup>1</sup>, D. CASU<sup>2,3</sup>, A. FLORIS<sup>2</sup>, G. DE FALCO<sup>1</sup>, A. CASTELLI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IMC - International Marine Centre, Località Sa Mardini - 09072 Torregrande-Oristano, Italia.  
p.magni@imc-it.org

<sup>2</sup>Dip. Zoologia e Antrop. Biol., Univ. Sassari, Italia.

<sup>3</sup>Dip. Sci. Uomo Ambiente, Univ. Pisa, Italia.

## VARIABILITÀ STAGIONALE DEL MACROZOOBENTHOS NELLA LAGUNA DI CABRAS (SARDEGNA, MEDITERRANEO OCCIDENTALE)

### SEASONAL VARIABILITY OF MACROZOOBENTHIC ASSEMBLAGES IN THE CABRAS LAGOON (SARDINIA, WESTERN MEDITERRANEAN)

#### Abstract

*The Cabras lagoon is a large and shallow transitional system (area 22 km<sup>2</sup>, mean water depth 1.7 m) which periodically suffers from dystrophic events leading to massive losses of its biological resources. In this study, we aimed to investigate the composition and seasonal distribution of macrozoobenthos. Opportunistic taxa, such as *Hydrobia* sp., *Capitella* cfr. *capitata*, *Neanthes succinea* and *Ostracoda* nc., typical of organic-rich environments, are dominant in the Cabras lagoon. Strong seasonal changes of macrofaunal assemblages are observed with a slight recovery during winter-spring, but a regression to an early stage of faunal succession in late-summer.*

**Key-words:** zoobenthos, sediments, seasons, lagoons.

#### Introduzione

La laguna di Cabras è il più vasto sistema di transizione della Sardegna (area 22 Km<sup>2</sup>, profondità media 1.7 m) localizzato nel golfo di Oristano, lungo la costa occidentale dell'isola (Fig. 1). Possiede un elevato interesse economico dovuto alle attività di pesca (es. *Liza ramada*, *Mugil cephalus*, *Anguilla anguilla*) che coinvolgono circa 300 pescatori, con un pescato di circa 400 tonnellate nel 1998. Purtroppo la laguna è soggetta a periodiche crisi distrofiche, causa del collasso dell'ecosistema, con gravi ripercussioni sull'economia ittica locale. Per questa ragione si sono avviati programmi di monitoraggio finalizzati alla comprensione di tali fenomeni (es. De Falco *et al.*, 2004; Magni *et al.*, 2004). Il presente studio si è posto come obiettivo la valutazione della variabilità stagionale delle comunità macrozoobentoniche.

#### Materiali e metodi

Durante il 2003 sono stati effettuati due campionamenti per stagione in quattro aree situate lungo l'asse nord-sud della laguna (Fig. 1). Per ogni data ed area di campionamento sono stati prelevati tre campioni di sedimento con una benna di 216 cm<sup>2</sup> per l'analisi del macrozoobenthos (>0.5 mm). I dati relativi all'abbondanza specifica del macrozoobenthos sono stati ordinati tramite MDS basato sulla matrice di similarità ottenuta utilizzando l'indice di Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 2001). L'analisi della similarità (ANOSIM a due vie) è stata riferita

sia alle differenze tra stagioni che alle date di campionamento per ogni stagione. Il SIMPER (Clarke, 1993) è stato utilizzato per identificare i *taxa* che maggiormente contribuiscono a tali differenze.

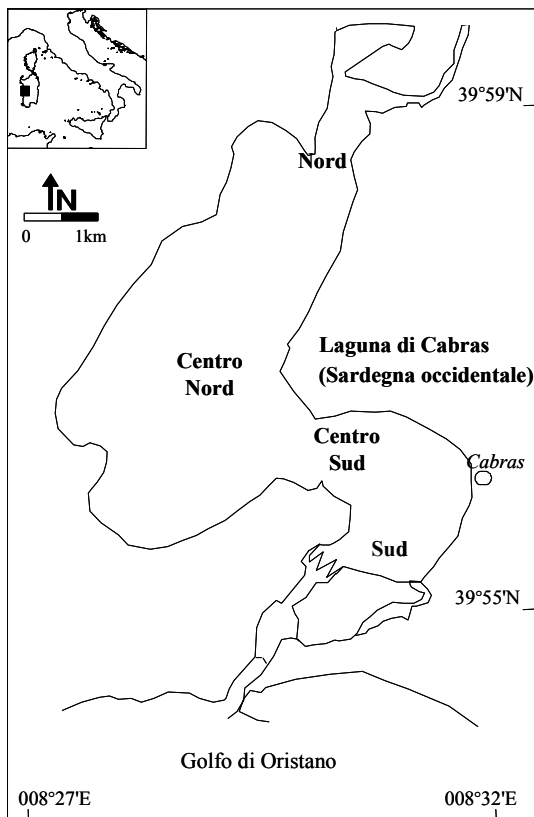


Fig. 1 - Area di studio e aree di campionamento nella laguna di Cabras (Sardegna occidentale).  
Study area and sampling sites in the Cabras lagoon (western Sardinia).

## Risultati e conclusioni

I risultati del test ANOSIM evidenziano differenze significative nella struttura dei popolamenti macrozoobentonici, sia stagionali tra le quattro stagioni ( $R = 0.52$ ,  $p < 0.25$ ), che intra-stagionali ossia tra le due date di campionamento di ogni stagione ( $R = 0.076$ ,  $p < 0.05$ ). Nei mesi estivi-autunnali, tale variabilità tende ad aumentare, come indicato dall'ordinamento MDS (Fig. 2). I *taxa* che contribuiscono maggiormente a tali differenze sono specie opportuniste, tipiche di ambienti salmastri con elevato arricchimento di sostanza organica, quali *Hydrobia* sp., *Capitella* cfr. *capitata*, Ostracoda nc. e larve di Chironomidae. Si riporta la distribuzione stagionale del gasteropode *Hydrobia* sp. (Fig. 3). Si notano minori abbondanze nei mesi più caldi, in cui i popolamenti sono maggiormente condi-

zionati da un elevato stress ambientale. Ciò può essere messo in relazione con l'ecologia di questi animali, a strategia *r*, capaci di ricolonizzare i sedimenti in tempi brevi.

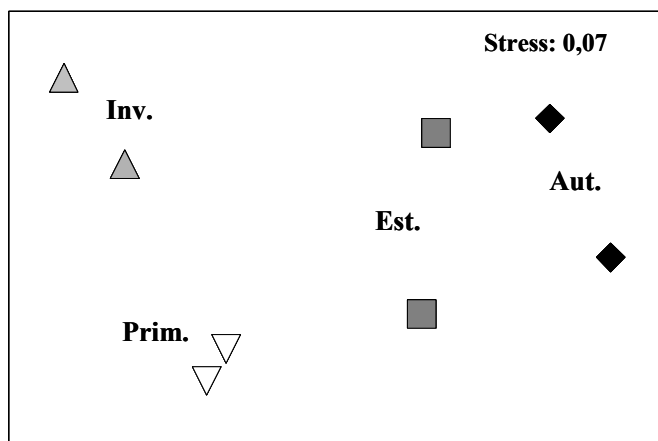


Fig. 2 - Ordinamento MDS riferito alla distribuzione stagionale dei campioni di macrozoobenthos (abbondanza media delle 4 aree per ogni data di campionamento).

*MDS ordination plots based on the mean abundance of macrozoobenthos at the 4 sampling sites for each sampling date.*

Si conclude che i popolamenti macrozoobentonici della laguna di Cabras sono caratterizzati da una forte stagionalità, probabilmente legata alle condizioni chimico-fisiche dei sedimenti (Magni *et al.*, 2005). Sarebbe opportuno che studi futuri verificassero se il perdurare di queste condizioni di instabilità possa essere una conseguenza dell'isolamento del bacino idrico della laguna.

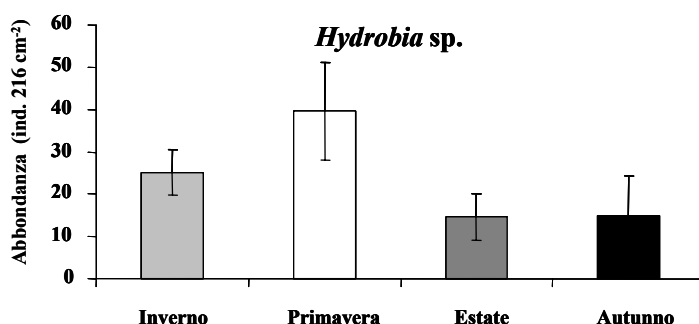


Fig. 3 - Andamento stagionale dell'abbondanza dell'*Hydrobia* sp. (media  $\pm$  deviazione standard delle 4 aree di campionamento).

*Seasonal distribution of *Hydrobia* sp. (mean abundance  $\pm$  standard deviation of the 4 sampling sites).*



**Bibliografia**

- CLARKE K.R. (1993) – Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, **18**: 117-143.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (2001) – Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2<sup>nd</sup> Ed. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- DE FALCO G., MAGNI P., TERÄSVUORI L.M.H., MATTEUCCI G. (2004) – Sediment grain size and organic carbon distribution in the Cabras lagoon (Sardinia, western Mediterranean). *Chemistry & Ecology*, **20** (Suppl. 1): S367-S377.
- MAGNI P., MICHELETTI S., CASU D., FLORIS A., DE FALCO G., CASTELLI A. (2004) – Macrofaunal community structure and distribution in a muddy coastal lagoon. *Chemistry & Ecology*, **20** (Suppl. 1): S397-S409.
- MAGNI P., MICHELETTI S., CASU D., FLORIS A., GIORDANI G., PETROV A., DE FALCO G., CASTELLI A. (2005) - Relationships between chemical characteristics of sediments and macrofaunal communities in the Cabras lagoon (western Mediterranean, Italy). *Hydrobiologia* (in stampa).

Progetto SALVA finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca MIUR.

S. MERELLO\*, M. MORENO, M. FABIANO, G. RELINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris.,  
Università di Genova, Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
merello@dipteris.unige.it

## MACRO E MEIOFAUNA DI SEDIMENTI COLONIZZATI DA *CAULERPA TAXIFOLIA* IN MAR LIGURE

### *MACRO AND MEIOFAUNA OF SEDIMENT COLONIZED BY CAULERPA TAXIFOLIA IN THE LIGURIAN SEA*

#### **Abstract**

*Macro and meiobenthos associated with sediments colonized by the invasive algae *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh were compared with bottoms without the algae in the Ligurian Sea (N-W Mediterranean). Biochemical composition of sedimentary organic matter shows high values of carbohydrates and low proteins content. Bacterial density was higher in bottoms with caulerpa. Macro and meiofauna were significantly higher in the sediment characterized by algae, even if the communities composition were similar to those found in the adjacent bottoms.*

**Key-words:** *benthos, sediments, Caulerpa taxifolia, Ligurian Sea.*

#### **Introduzione**

L'alga tropicale *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh è stata segnalata in Mar Ligure dal 1992 nella zona di Imperia e si è espansa verso levante (Relini *et al.*, 2001), colonizzando ampi tratti di fondale. E' stato eseguito uno studio sull'abbondanza e diversità delle comunità macro e meiobentoniche associate al sedimento colonizzato da *C. taxifolia*, al fine di valutare eventuali effetti sulle biocenosi, mentre in precedenza erano state esaminate le variazioni nelle associazioni dei pesci e del macrobenthos delle fronde (Relini *et al.*, 1998; Torchia *et al.*, 2001).

#### **Materiali e metodi**

Campioni di sedimento sono stati prelevati in tre stagioni tra il 2002 ed il 2003, alla profondità di circa 10 m su un fondale di sabbia fine ( $M_z = 1,37$ ) colonizzato o no (controllo) da *C. taxifolia*. In totale sono stati prelevati, in immersione, 90 campioni di sedimento per il macrobenthos e 36 carote per meiobenthos (diametro interno 5 cm, da cui sono stati separati tre strati: 0-2, 2-5 e 5-10 cm). Sono state effettuate inoltre analisi della componente organica (proteine, carboidrati e lipidi) e del contenuto batterico del sedimento.

#### **Risultati**

Le concentrazioni di sostanza organica nei sedimenti, espresse come contenuto in carbonio biopolimerico, risultano comprese fra  $66 \pm 30$  e  $4399 \pm 74$   $\mu\text{gC/g}$  sed DW. Le principali differenze tra sedimento con caulerpa e senza l'alga riguardano la componente glucidica e lipidica (Fig. 1). Le densità batteriche sono risultate più

elevate nei sedimenti con caulerpa, (densità media  $1,93 \pm 0,78 \text{ n} \times 10^8/\text{g sed DW}$ ), rispetto ai sedimenti di controllo ( $1,16 \pm 0,56 \text{ n} \times 10^8/\text{g sed DW}$ ).

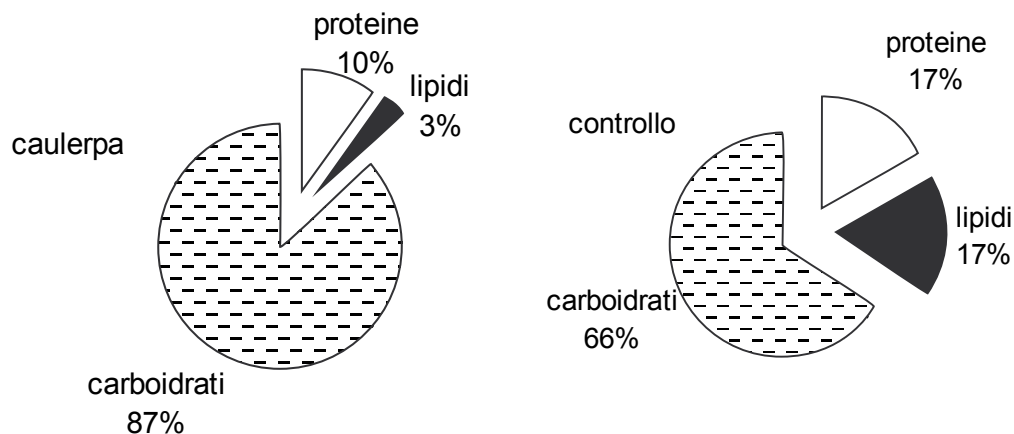


Fig. 1 - Composizione della materia organica del sedimento con e senza *C. taxifolia*.  
Organic matter of sediment with and without *C. taxifolia*.

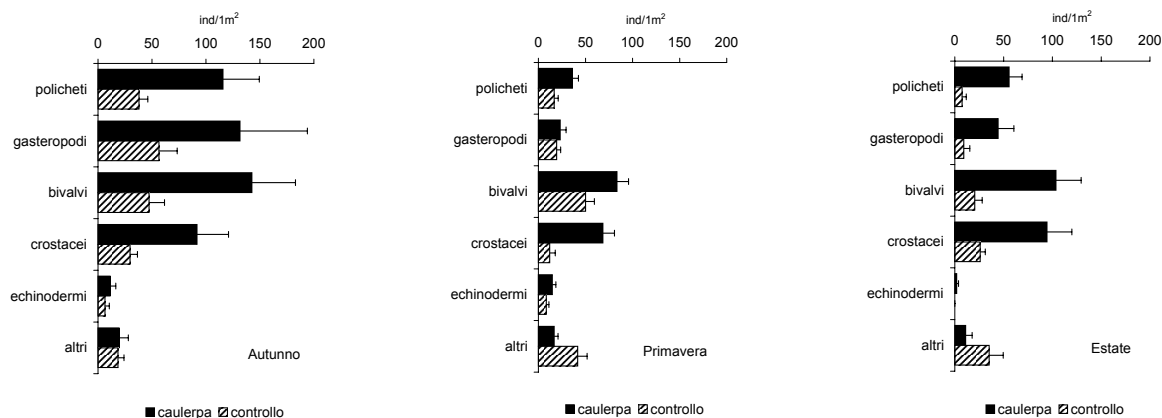


Fig. 2 - Densità medie della macrofauna nel sedimento con e senza *C. taxifolia* nelle tre stagioni ("altri"=sipunculidi, pycnogonidi, anfiosso).  
Macrofauna mean densities of sediment with and without *C. taxifolia* in the three seasons ("altri"=sipunculids, pycnogonids, lancelets).

La macrofauna risulta più abbondante nel sedimento colonizzato da caulerpa (70% del totale individui) rispetto al sedimento privo di alga (30%). La composizione delle comunità del sedimento con caulerpa e di quello senza risultano del tutto simili, i molluschi sono il gruppo dominante, costituendo più del 50% degli organismi presenti.

Nel sedimento non colonizzato da caulerpa sono stati rinvenuti numerosi esemplari di *Branchiostoma lanceolatum*, specie che scompare nel sedimento con l'alga. La densità media dei principali *taxa* presenti (medie tra le tre stazioni, 3 repliche per stazione) risulta sempre superiore nei campioni prelevati nelle chiazze colonizzate da caulerpa (Fig. 2). I valori medi totali sono di  $364 \pm 51$  ind/m<sup>2</sup> nel sedimento con caulerpa e di  $157 \pm 16$  ind/m<sup>2</sup> nel sedimento senza caulerpa. L'indice di Shannon mostra differenze significative ( $p < 0,05$ ) tra il sedimento con caulerpa ed i controlli, anche se i valori risultano in entrambi i casi piuttosto bassi. L'abbondanza dei diversi *taxa* nelle stagioni campionate (in inverno *C. taxifolia* era completamente assente nel sito di studio) risulta piuttosto variabile nel sedimento con caulerpa, con valori massimi in autunno.

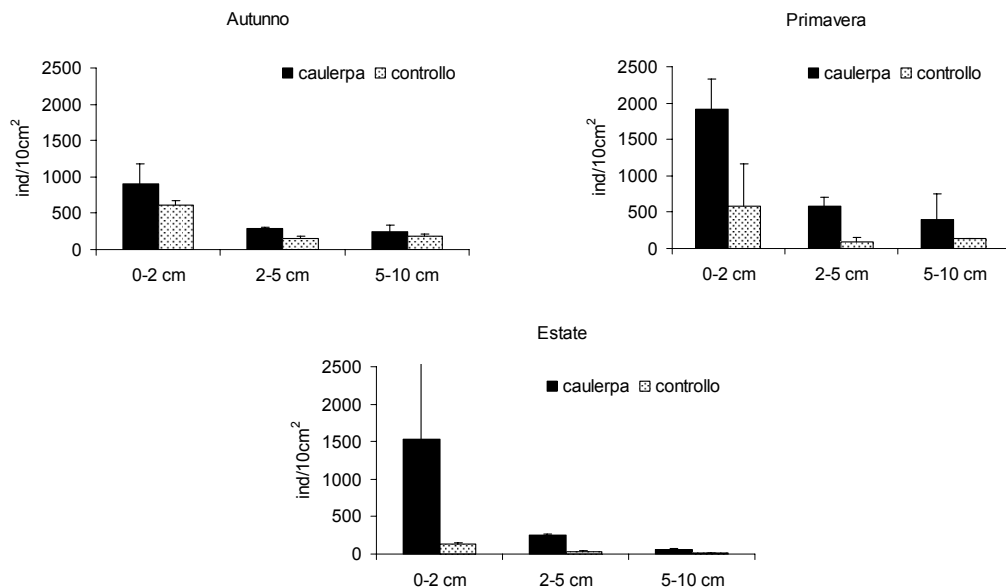


Fig. 3 - Densità medie della meiofauna nel sedimento con e senza *C. taxifolia* nelle tre stagioni.  
*Meiofauna mean densities of sediment with and without C. taxifolia in the three seasons.*

La meiofauna è risultata più abbondante nel sedimento con caulerpa (76% del totale individui) rispetto al sedimento privo di alga (24%). La composizione della comunità risulta simile nei due ambienti e nelle tre stagioni. Il *taxon* dominante è risultato quello dei nematodi (74%), seguito da copepodi (forme adulte e larvali, 18%), turbellari e gastrotrichi. In particolare la maggiore diversità è stata riscontrata nello strato superficiale (0-2 cm), con 13 *taxa*. Le densità della comu-

nità meiobentonica risultano significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) nei sedimenti con caulerpa ( $658 \pm 265$  ind/10 cm<sup>2</sup>), rispetto alle stazioni prive dell'alga ( $216 \pm 140$  ind/10 cm<sup>2</sup>). L'andamento stagionale della densità ha mostrato i valori maggiori in autunno, nello strato superficiale. La distribuzione verticale (tra 0 e 10 cm di profondità) mostra valori di densità decrescenti con l'aumentare della profondità, in entrambi gli ambienti (Fig. 3), anche se in modo più accentuato nei siti caratterizzati da caulerpa, soprattutto nei periodi di massima espansione dell'alga.

## Conclusioni

Il sedimento nei due ambienti oggetto di studio, costituito da sabbie fini, risulta caratterizzato da alte concentrazioni di carboidrati e basso tenore proteico, condizione che risulta particolarmente accentuata nel sedimento colonizzato da *C. taxifolia*. Le maggiori differenze tra il sedimento con caulerpa e quello senza sono a carico della densità della fauna. L'abbondanza di macro e meiofauna è infatti, nel complesso, significativamente superiore nel sedimento caratterizzato dalla presenza di caulerpa, come riferiscono anche altri Autori per il Mediterraneo (Poizat e Boudouresque, 1996; Bedini e Canali, 1998) ed anche per la congenere *Caulerpa racemosa* (Argyrou *et al.*, 1999; Carriglio *et al.*, 2003). Le comunità macro e meiobentoniche risultano abbastanza instabili, poiché risentono fortemente della stagionalità della presenza dell'alga, praticamente assente durante i mesi invernali.

## Bibliografia

- ARGYROU M., DEMETROPOULOS A., HADJICHRISTOPHOROU M. (1999) - Expansion of the macroalga *Caulerpa racemosa* and changes in soft bottom macrofaunal assemblages in Moni Bay, Cyprus. *Oceanologica Acta*, **22**: 517-528.
- BEDINI R., CANALI M.G. (1998) - Studio preliminare sulle zoocenosi associate a *Caulerpa taxifolia* nella baia di Galenzana (Isola d'Elba). *Biol. Mar. Medit.*, **5**: 179-184.
- CARRIGLIO D., SANDULLI R., DEASTIS S., GALLO D'ADDABBO M., GRIMALDI DE ZIO S. (2003) - Effetti della colonizzazione di *Caulerpa racemosa* sulla meiofauna del Golfo di Taranto. *Biol. Mar. Medit.*, **10**: 509-511.
- POIZAT C., BOUDOURESQUE C.F. (1996) - Meiofaune du sediment dans des peuplements a *Caulerpa taxifolia* du Cap Martin (Alpes Maritimes, France). *Sec. Int. Work. on Caulerpa taxifolia*, *Publ. Univ. Barcelona*: 376-386.
- RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1998) - Fish biodiversity in a *Caulerpa taxifolia* meadow in the Ligurian Sea. *Ital. J. Zool.*, **65** (Suppl.): 465-470.
- RELINI G., RELINI M., MERELLO S. (2001) - The spread of two allochthonous caulerpa along the Ligurian coast. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **36**: 415.
- TORCHIA G., RELINI M., MERELLO S., CANTARELLA M., RELINI G. (2001) - Variazioni dello zoobenthos associato all'alga *Caulerpa taxifolia*. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 633-635.

N. NURRA, R. MUSSAT SARTOR, P. GASTALDI, M. VETERE, D. PESSANI

Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

## FENOLOGIA E PERIMETRAZIONE DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* DI PUNTA MANARA (LIGURIA ORIENTALE): DATI RECENTI

### *PHENOLOGY AND STRUCTURE OF POSIDONIA OCEANICA MEADOW OF PUNTA MANARA (EASTERN LIGURIAN SEA): RECENT DATA*

#### **Abstract**

*Structure and phenology of Posidonia oceanica meadow from Punta Manara (Ligurian Sea), were investigated and compared with historical data. The new lower line was georeferentiated and compared with the previous one.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica, phenology, cartography, sea grass.*

#### **Introduzione**

*Posidonia oceanica* (L.) Delile costituisce l'habitat più rappresentativo ed il crocevia eco-biologico determinante per gli equilibri del litorale mediterraneo. Il ruolo centrale occupato dal posidonieto ne giustifica un monitoraggio periodico in grado di definirne le variazioni spazio-temporali, le dinamiche evolutive e determinarne lo stato di conservazione, parametro indispensabile per programmi di salvaguardia e gestione dell'ambiente marino. Punta Manara è inserita nella lista dei siti di interesse comunitario (IT 1333371) per la presenza, nelle acque del suo versante orientale, di una prateria di *P. oceanica* analizzata da Relini *et al.* (1973), Pessani *et al.* (1987) e Bianchi e Peirano (1995). E' sembrato opportuno aggiornare i dati, ormai storici, sulla fenologia e l'estensione della prateria.

#### **Materiali e metodi**

Mediante 24 immersioni subacquee, eseguite nel giugno 2004, secondo le metodiche proposte da Buia *et al.* (2003), è stato effettuato, su superfici di 40×40 cm, il conteggio dei fasci fogliari per definire la densità della prateria in corrispondenza di tre zone: il limite superiore, quello inferiore e la fascia intermedia. Il conteggio dei fasci, replicato 10 volte in ciascun zona, è stato condotto lungo lo stesso transetto batimetrico eseguito da Pessani *et al.* (1987) a -5, -10 e -17 m. Per la misura dei parametri fenologici si è proceduto al prelievo di 30 fasci per zona. Il limite inferiore è stato percorso per tutta la sua estensione, misurato per mezzo di una sagola metrata e ne sono state annotate le caratteristiche. Dall'imbarcazione di appoggio sono state effettuate le triangolazioni sulle boe che segnalavano, in superficie, il limite inferiore. In tal modo se ne è ottenuta la restituzione cartografica e la georeferenziazione attraverso il software Arcview 3.1.

Tutti i dati fenologici sono stati confrontati con i corrispondenti dati riportati in letteratura.

## Risultati

La prateria di P.ta Manara registra una sensibile variazione di densità rispetto a quanto riportato da Pessani *et al.* (1987). La variazione più ampia, rilevata in corrispondenza del limite superiore, ne determina il passaggio dalla I classe (prateria molto densa) alla II classe (prateria densa) (Buia *et al.*, 2003). I dati relativi alla fascia intermedia ed al limite inferiore confermano la tendenza, seppur meno accentuata, alla diminuzione della densità, anche se non si registra il passaggio alla classe inferiore (Fig. 1). Tra i parametri fenologici estrapolati si evidenzia, rispetto a quanto riportato da Pessani *et al.* (1987), la significativa diminuzione (-34,7%) della lunghezza media delle foglie adulte in corrispondenza del limite superiore, di quelle adulte (-29,3%) ed intermedie (-31%) nella stazione intermedia, mentre in corrispondenza del limite inferiore i valori hanno subito una riduzione minore. Questo dato influenza in modo determinante la superficie fogliare media per fascio e l'indice fogliare (L.A.I.) che mostrano un decremento in ogni stazione, con valori decisamente inferiori nella zona intermedia. Per contro il numero medio di foglie/fascio è aumentato in corrispondenza sia del limite superiore sia della zona intermedia mentre risulta ridotto solo sul limite profondo. Le differenze riscontrate, relative alla lunghezza media delle foglie ed al loro numero, non possono essere attribuite solo al diverso mese di campionamento (giugno 2004, luglio 1984 da Pessani *et al.*, 1987).

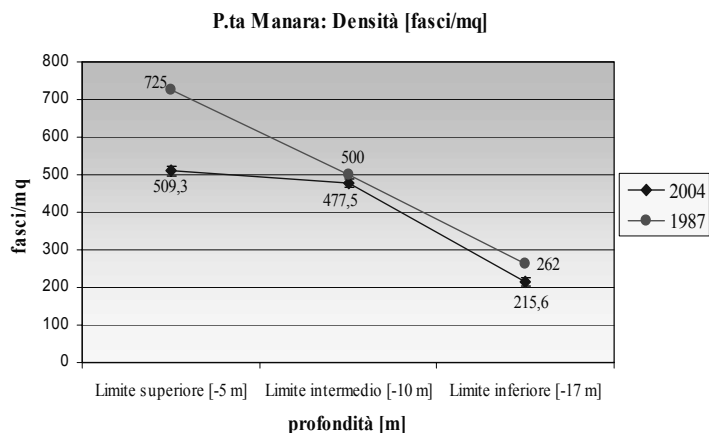


Fig. 1 - Valori medi di densità (fasci/m<sup>2</sup>) alle tre stazioni di campionamento.

*Mean values of density (shoots/m<sup>2</sup>) in the three stations studied.*

Il limite inferiore georeferenziato (Fig. 2) evidenzia un oggettivo arretramento medio della profondità di 2,5 m rispetto ai precedenti valori con caratteristiche



tipicamente regressivo-erosive rispetto all'andamento progressivo segnalato a suo tempo in letteratura.

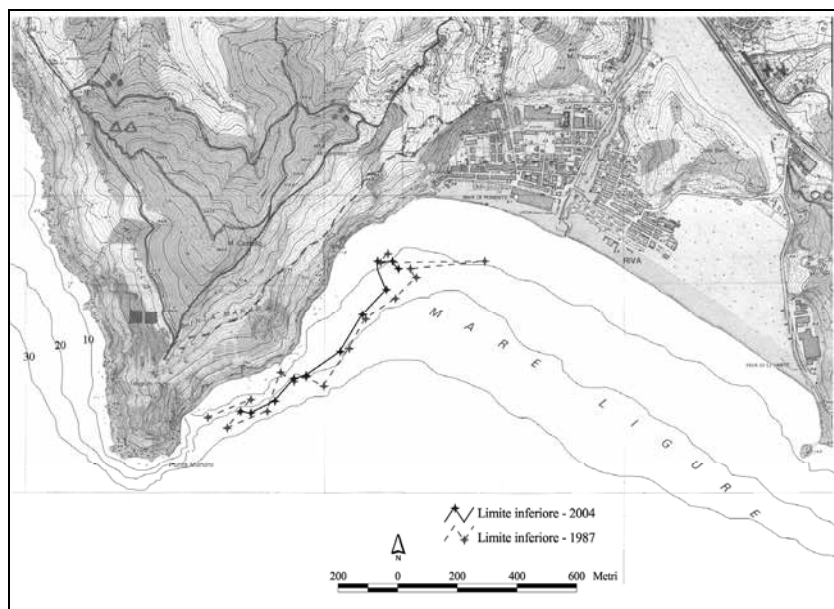


Fig. 2 - La prateria di *P. oceanica* nella baia di Riva Trigoso: precedente (1987) e attuale (2004) limite inferiore.

*The meadow of P. oceanica in the Bay of Riva Trigoso: previous (1987) and present lower line (2004).*

## Conclusioni

L'arretramento del limite inferiore, segnalato nel presente lavoro, rende evidente un processo continuo di regressione che in circa venti anni ha determinato la configurazione attuale del posidonieto. La regressione del limite inferiore e la diminuzione di densità, particolarmente intensa nella fascia superiore della prateria, denunciano un processo progressivo di grave degrado, confermato da ampi tratti di *matte* morta in corrispondenza della fascia intermedia. Il degrado può essere determinato da un insieme di fattori attribuibili sia all'aumento della torbidità delle acque sia al parziale insabbiamento della porzione di prateria prossima alla spiaggia di Riva Trigoso causato dai sedimenti sciolti trasportati dal torrente Petronio. Nel settore meridionale della prateria l'azione negativa della pressione antropica è testimoniata dallo scalzamento dei rizomi ad opera di reti a strascico delle quali, durante l'ispezione subacquea, sono stati notati evidenti relitti. Anche gli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto contribuiscono al degrado, soprattutto in corrispondenza del limite inferiore. I fenomeni di disturbo antropico, considerata la testimoniata, attuale "fragilità" della prateria, devono essere attentamente valutati per mettere in atto programmi di salvaguardia e di tutela di tutto il lito-

rale del promontorio, già individuato come area meritevole di protezione tanto da essere stato inserito nel passato nel Parco Naturale Regionale dei Promontori e delle Isole del Levante recentemente soppresso (Badino *et al.*, 2003): solo interventi urgenti potranno tentare di arrestare il processo di regressione innescatosi nell'ultimo ventennio.

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. M. Isaia (Lab. di Ecologia-Univ. di Torino) per il contributo nell'elaborazione cartografica.

### Bibliografia

- BADINO G., LEGATO P., PESSANI D., TIBI D. (2003) - L'alto valore naturalistico di Punta Sestri e Punta Manara. *Atti XIV Rassegna del mare, Castello Svevo di Trani, 16-18 giugno*: 99-106.
- BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle fanerogame marine della Liguria*: *Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 146 pp.
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2003) - Cap. 5. I sistemi a fanerogame marine. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 145-198.
- PESSANI D., CALTAGIRONE A., PONCINI F., VETERE M. (1987) - Confronto tra due praterie di *Posidonia oceanica* della Riviera ligure di Levante e Ponente. 1. Descrizione e parametri fenologici. *Posidonia Newsletter*, **1** (2): 5-20.
- RELINI G., RELINI ORSI L., VALSUANI G. (1973) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno ed una prateria di *Posidonia*. I: Caratteristiche generali. *Atti V Congr. Soc. It. Biol. Mar., Ed. Salentina, Nardò (Italia)*: 226-260.

P. PANETTA, F. MASTROTOTARO, S. TANZARELLA

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

## DUE SCAFOPODI RARI NEL BASSO ADRIATICO

### *TWO RARE SCAPHOPODS IN THE SOUTHERN ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*Two rare species of Mollusca Scaphopods (Cadulus jeffreysii and Pulsellum lofotense) in the sands (0,5-1,5 mm) of the southern Adriatic Sea were found. C. jeffreysii were found in 13 stations, between -95 and -920 m, while P. lofotense were collected in only one station at -392 m.*

**Key-words:** *benthos, marine molluscs.*

#### **Introduzione**

L'analisi della componente sabbiosa ( $\varnothing$  0,5-1,5 mm) dei sedimenti rinvenuti durante i campionamenti bentonici effettuati nell'ambito del progetto di ricerca "INTERREG II Italia/Albania- Progetto di una rete di monitoraggio delle acque marine del basso Adriatico" (2000-2001), ha evidenziato la presenza di due specie di Molluschi Scafopodi di rara segnalazione per il Mediterraneo.

Si tratta di *Cadulus jeffreysii* (Monterosato, 1875) e *Pulsellum lofotense* (Sars, 1865) (Fig. 1).

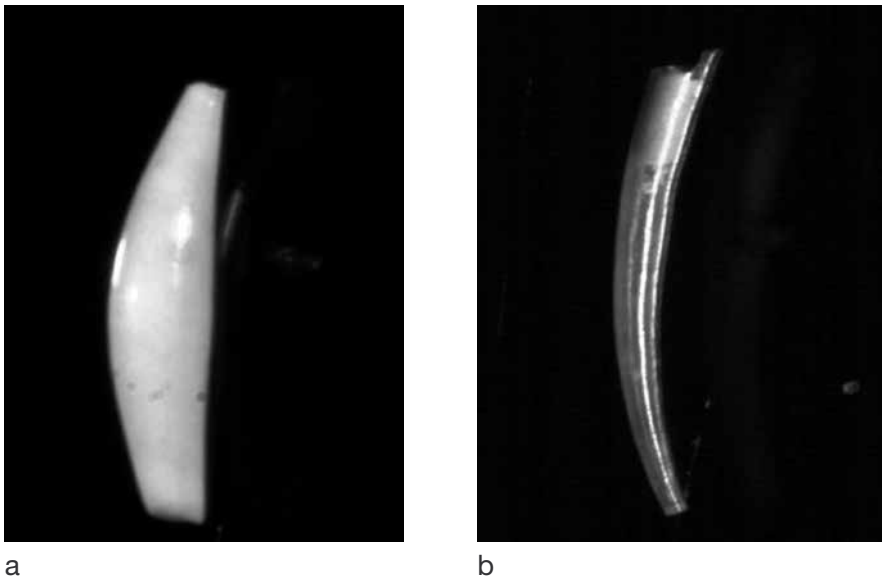


Fig. 1 - Esemplari di *Cadulus jeffreysii* (a) e *Pulsellum lofotense* (b) rinvenuti nel Basso Adriatico (maggio 2001).

*Specimens of Cadulus jeffreysii (a) and Pulsellum lofotense (b) found in the southern Adriatic Sea (May 2001).*

Tale rinvenimento aggiorna la lista di Molluschi presenti nelle acque italo-albanesi già pubblicata da Panetta *et al.* nel 2003.

## Materiali e metodi

Il suddetto rinvenimento è avvenuto nel corso di una campagna oceanografica effettuata nel basso Adriatico a maggio 2001 durante la quale sono stati eseguiti campionamenti bentonici in 82 stazioni a bordo della nave "Italica".

Le aree investigate, corrispondenti ai fondali delle coste albanesi nonché del bacino tra l'Italia e l'Albania, coprono un ampio gradiente batimetrico a partire da 12 sino a 1166 m di profondità.

Il campionamento è stato effettuato in due repliche per ogni stazione mediante benna van Veen con una superficie di presa di circa 0,1 m<sup>2</sup> ed un volume di 0,02 m<sup>3</sup>. Ogni esemplare di *Cadulus jeffreysii* e *Pulsellum lofotense* è stato misurato (lunghezza massima della conchiglia) mediante un calibro digitale di precisione.

## Risultati

*C. jeffreysii* è stato rinvenuto in 13 stazioni (Tab. 1) dislocate sia lungo le coste albanesi sia nel corridoio italo-albanese (Fig. 2), a partire dai 95 sino a 920 m di profondità su fondali pelitici con una più o meno rilevante percentuale psammica. In totale sono stati rinvenuti 47 esemplari di *C. jeffreysii* compresi in un range di taglia tra 1,57 e 3,39 mm. L'identificazione specifica è concorde con quanto riportato da Caprotti, 1979: "Conchiglia minima (inferiore ai 3 mm) liscia, diafana, subcilindrica, rigonfia al centro, convessa dorsalmente, quasi retta centralmente".

Tab. 1 - Coordinate geografiche e profondità delle stazioni in cui sono stati rinvenuti *Cadulus jeffreysii* e *Pulsellum lofotense* nel Basso Adriatico (maggio 2001).

*Geographic coordinates and depth of stations in which they were found Cadulus jeffreysii and Pulsellum lofotense in the southern Adriatic Sea (May 2001).*

| Staz.N° | Latitudine  | Longitudine | Prof. (m) | <i>C. jeffreysii</i> | <i>P. lofotense</i> |
|---------|-------------|-------------|-----------|----------------------|---------------------|
| 1       | 41°46, 020' | 18°41, 910' | 194       | x                    |                     |
| 2       | 41°46, 090' | 19°01, 650' | 95        | x                    |                     |
| 14      | 41°26, 986' | 18°53, 968' | 228       | x                    |                     |
| 21      | 41°17, 684' | 18°54,670'  | 205       | x                    |                     |
| 22      | 41°08,028'  | 18°42, 037' | 730       | x                    |                     |
| 50      | 40°20, 609' | 19°12, 365' | 609       | x                    |                     |
| 58      | 39°59, 014' | 18°56, 121' | 854       | x                    |                     |
| 62      | 39°53, 978' | 18°28, 909' | 106       | x                    |                     |
| 67      | 40°45, 035' | 18°15, 232' | 128       | x                    |                     |
| 70      | 41°04, 982' | 17°29, 919' | 379       | x                    |                     |
| 79      | 41°35, 455' | 17°04, 479' | 392       | x                    | x                   |
| 93      | 41°04, 011' | 18°12, 838' | 920       | x                    |                     |
| 98      | 40°28, 685' | 18°35, 512' | 182       | x                    |                     |

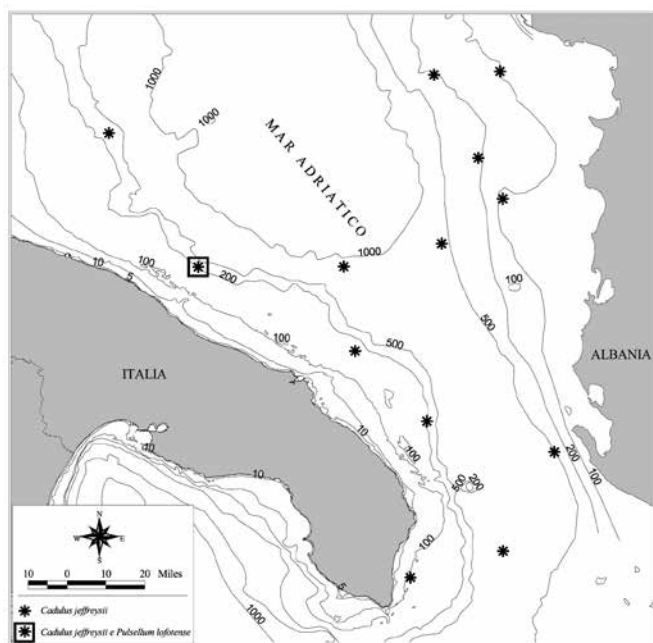


Fig. 2 - Mappa dei rinvenimenti di *Cadulus jeffreysii* (\*) e *Pulsellum lofotense* (■) nel Basso Adriatico (maggio 2001).

*Finding map of Cadulus jeffreysii* (\*) and *Pulsellum lofotense* (■) in the southern Adriatic Sea (May 2001).

*P. lofotense* è stato rinvenuto, invece, soltanto nella stazione 79 a 392 m di profondità su un fondale fango-sabbioso a largo di Bari. L'unico esemplare di *P. lofotense* ritrovato misurava 3,61 mm e la morfologia della sua conchiglia è concorde con la diagnosi di Caprotti 1979: "Conchiglia minima (inferiore ai 6 mm) subdiafana, priva di scultura longitudinale, ma provvista di strie trasversali oblique che si infittiscono verso l'apice. Apertura e apice a sezione circolare".

## Conclusioni

*C. jeffreysii* e *P. lofotense* erano stati precedentemente segnalati per il basso Adriatico nel lontano 1884 da Monterosato.

In particolare, *C. jeffreysii* fu segnalato per la prima volta da Monterosato nel 1875 sui fondali antistanti Palermo.

Si tratta di una specie diffusa nella *facies* ad *Abra longicallus* (Panetta *et al.*, 2003) comunemente associata ai micro Gasteropodi *Alvania testae* (Aradas e Maggiore, 1844), *A. cimicoides* (Forbes, 1844), *A. punctura* (Montagu, 1803), *Eulinella scillae* (Scacchi, 1835), *Haliella stenostoma* (Jeffreys, 1858), *Amphissa acutocostata* (Philippi, 1844), *Aclis attenuans* (Jeffreys, 1883), *Acteon monterosatoi* Dautzenberg, 1889, ai bivalvi *Mysella bidentata* (Montagu, 1803), *Limatula subauricolata* (Montagu, 1808), *Notolimea crassa* (Forbes, 1844), *Modiolula phaseolina* (Philippi, 1844), *Bathyarca pectunculoides* (Scacchi, 1834), *Kelliella abissicola* (Forbes, 1844),

*Leptaxinus subovatus* (Jeffreys, 1881), *Cardiomya costellata* (Deshayes, 1835) ed allo Scafopode *Entalina tetragona* (Brocchi, 1814).

*P. lofotense* fu segnalato per la prima volta da Sars nel 1864 nei mari di Norvegia (Sars, 1865), mentre Monterosato lo segnala per il Mediterraneo al largo di Palermo.

Si tratta di uno scafopode estremamente raro per il Mediterraneo (Steiner, 1997, 2001). Gli unici sporadici ritrovamenti risalgono al luglio 1977 quando *P. lofotense* fu segnalato ad Alghero nel detrito rinvenuto nelle reti dei pescherecci a 180 m di profondità (Fasulo, 1977).

*C. jeffreysii* e *P. lofotense* rappresentano, rispettivamente, una specie a distribuzione atlantico mediterranea e una specie nordica, quest'ultima facente parte sicuramente della fauna fredda nord atlantica penetrata in Mediterraneo durante l'ultima glaciazione. Probabilmente tale specie sopravvive nel nostro bacino laddove si instaurano le condizioni più idonee alla sua sopravvivenza (correnti fredde).

### Bibliografia

- CAPROTTI E. (1979) – Scafopodi neogenici e recenti del bacino mediterraneo. *Boll. Malacologico*, **15**: 213-288.
- FASULO G., SORBI E. (1977) - Nota sul ritrovamento di esemplari di *Zeidora naufraga* Watson, 1883 (Gastropoda, Fissurellidae) in un sedimento marino della Sardegna nord-occidentale. *Conchiglia*, **11-12**: 181-188.
- JEFFREYS J.G. (1883) - Mediterranean Mollusca (No. 3) and other Invertebrata. *Annals and Magazine of Natural History*, S. V, **11**: 395.
- MONTEROSATO T.A. (1875) - Nuova Rivista delle conchiglie mediterranee. *Atti dell'Accademia Scienze Lettere e Arti, Palermo*, **5** (2): 17.
- MONTEROSATO T.A. (1888) - *Nomenclatura generica e specifica di alcune conchiglie mediterranee*. Palermo, Stab. Tipografico Virzi: 33-34.
- PANETTA P., MASTROTOTARO F., MATARRESE A., TURSÌ A. (2003) - Tanatocenosi a Molluschi presenti nelle acque adriatiche albanesi. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 597-601.
- SARS M. (1865) - Malakozoologiske Jagtagelser II. Nye Arter of Slaegten Siphonodentalium. *Forhandlinger Videnskabs - Selskabet i Christiania*: 296-315.
- STEINER G. (1997) - Scaphopoda from the Spanish coasts. *Iberus*, **15** (1): 104-106, 108.
- STEINER G. (2001) - Catalogue of supraspecific taxa of Scaphopoda (Mollusca). *Publication Scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*, **23** (3): 437-439.
- STORK H.A. (1934) - Schaphopoden der Adria. *Thalassia*, **1** (9): 3-18.

G. PESSA, D. MION

SELC, Viale Garibaldi, 50 - 30173 Venezia-Mestre, Italia.  
pessa@selc.it

VARIAZIONI NELLA DISTRIBUZIONE ED ABBONDANZA DI  
*TAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS E REEVE, 1850) E  
*CERASTODERMA GLAUCUM* (POIRET, 1789) (MOLLUSCA  
BIVALVIA) IN LAGUNA DI VENEZIA TRA IL 1999 ED IL 2002

*CHANGE IN DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF TAPES  
PHILIPPINARUM (ADAMS & REEVE, 1850) AND CERASTODERMA  
GLAUCUM (POIRET, 1789) (MOLLUSCA BIVALVIA)  
IN VENICE LAGOON BETWEEN 1999 AND 2002*

**Abstract**

*In recent years two studies on benthic community were performed covering the whole surface of the Venice Lagoon. During Summer 1999 101 stations were sampled to check Bivalve distribution. Three years later, during Spring 2002, 180 stations were sampled for macrobenthos. Distribution and abundance of Tapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850) and Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789) reported in the above mentioned studies were analyzed and the comparison between distribution of abundances was done by numerical interpolation of data (Ordinary Kriging method).*

**Key-words:** Tapes philippinarum, Cerastoderma glaucum, Venice lagoon.

**Introduzione**

Nell'ambito dello Studio MELa2 per il monitoraggio dell'ecosistema lagunare veneziano condotto per conto del Magistrato alle Acque tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, tra maggio e giugno 2002, è stata eseguita un'estesa campagna per lo studio dei popolamenti bentonici in Laguna di Venezia. La rete di campionamento era costituita da 180 stazioni distribuite uniformemente sui bassifondali (profondità compresa tra -50 e -200 cm s.l.m.m.) dell'intera laguna. Nel presente lavoro vengono riportati i risultati relativi alle densità riscontrate per *Tapes Philippinarum* e *Cerastoderma glaucum* nel 2002, confrontandoli con quanto osservato in una precedente campagna per lo studio sulla distribuzione dei molluschi bivalvi in Laguna di Venezia condotta nel 1999 (Casale *et al.*, 2001).

**Materiali e metodi**

Nel 2002 il prelievo dei campioni è stato operato con una benna Ekmann modificata a comando idraulico (Castelli *et al.*, 2004), per ciascun campione sono state fatte 5 repliche di 0,05 m<sup>2</sup>. Nel 1999 i campioni sono stati eseguiti con una benna Day-Grab di 0,1 m<sup>2</sup>, effettuando 5 repliche per ciascuna stazione (Casale *et al.*, 2001).

L'analisi della distribuzione spaziale effettuata sui dati di abbondanza è stata eseguita sfruttando gli strumenti di analisi geostatistica messi a disposizione dal software ESRI ArcGIS. I dati, trasformati con doppia radice quadrata, sono stati



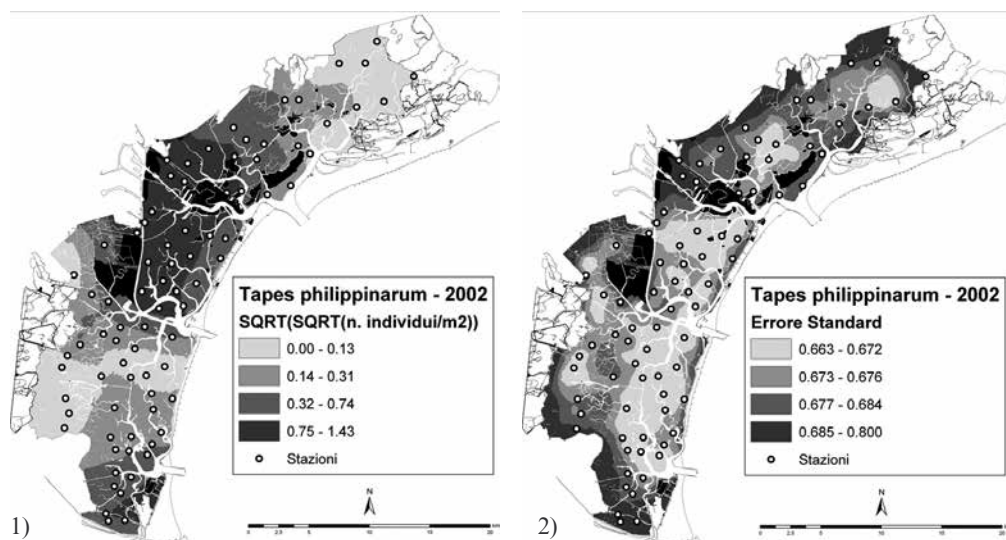


Fig. 1 e 2 - Spazializzazione (1) e distribuzione dell'errore standard (2) dei dati di *T. philippinarum* nel 2002.

*T. philippinarum* 2002: spatial distribution (1) and standard error distribution (2).

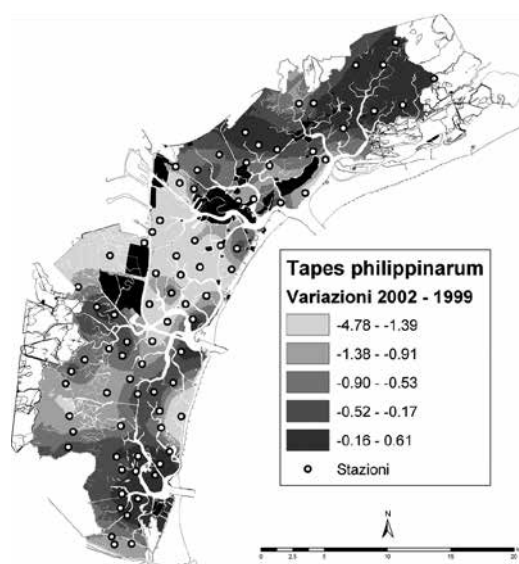


Fig. 3 - Variazioni intercorse tra il 1999 ed il 2002, per le popolazioni di *T. philippinarum*. Mappa ottenuta mediante overlay aritmetico dei raster relativi alle distribuzioni dei due anni.

*Map of distribution of T. philippinarum, difference between 1999 and 2002. Map obtained by arithmetic overlay of raster distributions.*

spazializzati mediante interpolazione numerica secondo il metodo Ordinary Kriging (Matheron, 1971) e, per ciascun dataset raster ottenuto, è stata creata una mappa raster della distribuzione dell'errore standard (Chilés e Delfiner, 1999) (Figg. 1 e 2).

## Risultati

Mediante l'applicazione dei metodi descritti sono state prodotte sia le carte di distribuzione di abbondanza di *T. philippinarum* e *C. glaucum*, sia le corrispondenti carte della distribuzione spaziale dell'errore standard per ciascun data set ottenuto. A titolo di esempio, in Fig. 1 e 2 sono visibili tali elaborazioni per *T. philippinarum*.

A partire dalle carte di distribuzione sono state quindi ottenute, mediante overlay aritmetico dei raster, le carte delle variazioni avvenute nel periodo 1999-2002 (Figg. 3 e 4).

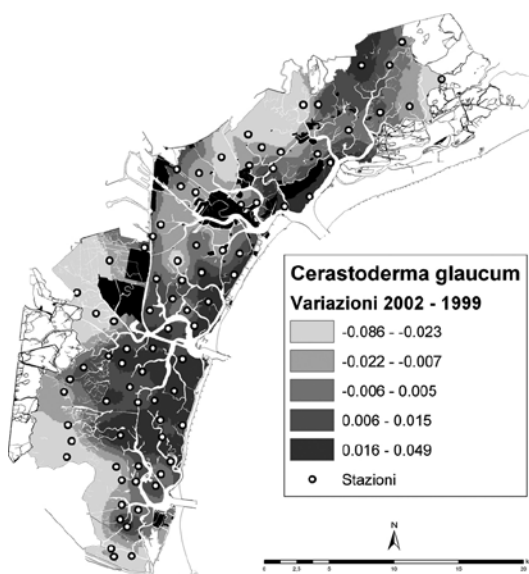


Fig. 4 - Variazioni intercorse tra il 1999 ed il 2002, per le popolazioni di *C. glaucum*. Mappa ottenuta mediante overlay aritmetico dei raster relativi alle distribuzioni dei due anni.

*Map of distribution of C. glaucum, difference between 1999 and 2002. Map obtained by arithmetic overlay of raster distributions.*

## Conclusioni

Nel 1999 la popolazione di *T. philippinarum* era concentrata principalmente in Laguna Centrale ed in misura minore in Laguna Sud. Nel 2002 la distribuzione e le abbondanze osservate hanno messo in luce come la densità dei banchi della Laguna Centrale si sia alquanto ridotta; i pescatori attualmente realizzano rese di circa 20 g m<sup>-2</sup> (Pessa, intervista diretta, 2004; utilizzando rasche o turbosoffianti). Per quanto riguarda *C. glaucum* non si sono osservate variazioni significative

nella sua distribuzione in Laguna; interessante il forte incremento nelle abbondanze registrato nelle aree perivallive della Laguna Sud, dovuto ad individui di neo insediamento (lunghezza compresa tra 1 e 4 mm).

### **Bibliografia**

- CASALE M., GIOVANARDI O., GRIMM F., OREL G., PESSA G. (2001) - Distribuzione ed abbondanza delle principali specie di molluschi bivalvi nella Laguna di Venezia nell'estate 1999, con particolare riguardo per *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850). *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 413-423.
- CHILES J-P., DELFINER P. (1999) - *Geostatistics: modelling spatial uncertainty*. Wiley and Sons, New York: 720.
- CASTELLI A., LARDICCI C., TAGLIAPIETRA D. (2004) - *Il Macrobenthos di fondo molle*. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 109-144.
- MATHERON G. (1971) - *The theory of regionalised variables and its applications*. Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau: 211.

A. PICOLLO, S. BAVA, S. MAGGI<sup>1</sup>, M. COSTA<sup>2</sup>, M. CIVITELLA<sup>2</sup>, D. VERARDI<sup>2</sup>

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
picollo@dipteris.unige.it.

<sup>1</sup>Autorità Portuale di Genova, Genova, Italia.

<sup>2</sup>R.S.T.A. Srl, Genova, Italia.

## APPLICAZIONE DI UN NUOVO PROTOCOLLO PRELIMINARE DELL'ORGANISM SEDIMENT INDEX (OSI) PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE NEL PORTO DI GENOVA

### *A NEW PRELIMINARY PROTOCOL OF APPLICATION OF THE ORGANISM SEDIMENT INDEX (OSI) FOR ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN THE GENOA HARBOUR*

#### **Abstract**

*The Organism Sediment Index (OSI) is one of the most employed indices in coastal marine ecosystems. We employed the OSI approach with a new preliminary protocol for the evaluation of environmental quality of the Genoa harbour during a cruise carried out in summer 2002. A total of 52 stations were investigated on a regular grid and samples were collected by mean of a Van Veen grab. Areas with higher hydrodynamic conditions appear as the ones with better environmental quality; when anthropic pressure is higher, OSI values are lower.*

**Key-words:** pollution, harbours, environment, indicators, benthos.

#### **Introduzione**

Il tipo di informazioni ottenuto con il sistema degli stadi successionali e dei profili di discontinuità del potenziale di ossidoriduzione (RDP) si presta all'utilizzo per il calcolo di indici aggregati di qualità ambientale. Essi costituiscono un valido strumento per il confronto tra stazioni e per seguire l'evolversi della situazione nel tempo (Bona e Maffiotti, 1997; Volpi Ghirardini *et al.*, 1999). I più usati, soprattutto per ecosistemi costieri nord americani sono l'indice denominato OSI (Organism Sediment Index) (Rhoads e Germano, 1982; O'Connor *et al.*, 1989; Diaz *et al.*, 2003), utilizzato in ambito nazionale da Bona e Maffiotti (1997), e la sua variante BHQI (Benthic Habitat Quality Index) (Nilsson e Rosenberg, 1997, 2000, 2003) e il SPI (Sediment Profile Imaging) (Bonsdorff *et al.*, 1996; Cutter e Diaz, 2000; Karakassis *et al.*, 2002; Rosenberg *et al.*, 2003; Rumohr e Karakassis, 1999; Solan e Kennedy, 2002; Wildish *et al.*, 2003; Bona *et al.*, 2000). Scopo del presente lavoro è applicare l'approccio OSI per la valutazione della qualità ambientale nel porto di Genova. L'applicazione ad un ambiente portuale era già stato impiegato da Diaz (1999) e da Nakayama *et al.* (1998).

#### **Materiali e metodi**

La campagna di monitoraggio dei sedimenti portuali ha utilizzato una metodologia simile a quella applicata da Grizzle e Penniman (1991), con alcune modifiche relative allo strumento di campionamento, e si è svolta nel tratto interno ed

esterno alla zona portuale di Genova, nell'area compresa tra Voltri e Quinto, con profondità compresa tra i 5 e i 30 metri. Le stazioni sono state scelte in base alle informazioni disponibili in bibliografia relative ad impatto antropico ed idrodinamismo (Ciuchi *et al.*, 1998) ed in modo tale da garantire una sufficiente copertura dell'area indagata. Il campionamento è stato realizzato in una campagna estiva nel giugno 2002, mediante carote e benna Van Veen (superficie 0.12 m<sup>2</sup>) e ha interessato 52 punti di campionamento con tre repliche ciascuno.

Per la determinazione della discontinuità del potenziale di ossidoriduzione ed una prima valutazione dello stadio di successione delle popolazioni bentoniche sono state impiegate carote lunghe 12 cm aventi un diametro di 3,5 cm per prelevare dei subcampioni dalla benna. Il rimanente campione di sedimento è stato setacciato (maglia di 1 mm) per una valutazione qualitativa della comunità macrobentonica che è andata ad integrare quella visiva effettuata sulla carota (senza arrivare a livello specifico nell'identificazione).

Il tipo di informazioni ottenuto con il sistema degli stadi di successione e del RDP si presta all'utilizzo per il calcolo di indici aggregati di qualità ambientale. Essi costituiscono un valido strumento per il confronto tra stazioni e per seguire l'evolversi della situazione nel tempo (Bona e Maffiotti, 1997).

Nel presente lavoro si è deciso di impiegare l'indice denominato Organism Sediment Index (OSI) (Rhoads e Germano, 1982; Bona e Maffiotti, 1997). L'indice OSI è determinato in base ai valori forniti in letteratura (Rhoads e Germano, 1982; Bona e Maffiotti, 1997).

L'indice viene calcolato sommando algebricamente i singoli valori. L'intervallo di variazione dell'indice è da -10 a +11. Il valore estremo negativo (-10) rappresenta la minore qualità ambientale e corrisponde ad un campione con: sedimento molto scuro ed assenza di RPD apparente, assenza di macrofauna visibile, presenza di bolle di gas, presenza di anossie superficiali. Al contrario il massimo valore positivo (+11) rappresenta la più alta qualità ambientale e corrisponde ad un campione con una RPD apparente al di sotto di 3,75 cm, una stabile popolazione di organismi appartenenti allo Stadio III ed assenza di gas.

## Risultati

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare importanti differenze tra la diverse zone dell'area di studio (Fig. 1).

Le stazioni caratterizzate mediamente dalla migliore qualità del sedimento sono risultate essere quelle a levante e ponente del bacino portuale, mentre le zone del Porto Antico, del torrente Chiaravagna e del Polcevera sono risultate essere quelle di qualità peggiore (Fig. 1).

I dati ottenuti confermano la situazione evidenziata dallo studio dei fattori fisico-chimici (Ciuchi *et al.*, 1998). Le caratteristiche idrodinamiche delle diverse zone e la presenza dei carichi antropici gravanti su di esse costituiscono una situazione critica per alcune zone portuali confinate con scarso ricambio delle masse d'acqua (Ciuchi *et al.*, 1998). La situazione rilevata da Ciuchi *et al.* (1998) può essere considerata valida al momento della campagna di campionamento in quanto la popolazione residente legale (rilievo ISTAT, 1991 confermato poi da quello 2001) e le attività produttive (rilievo intermedio ISTAT, 1996 confermato poi da quello 2001) non sono cambiate significativamente nell'area che influenza i carichi antropici nella zona portuale; per quanto riguarda l'idrodinamismo dal

1998 al 2002 non sono stati attuati interventi strutturali tali da modificarne la situazione. Come risulta in Fig. 1 i valori dell'OSI più bassi sono stati riscontrati nelle zone portuali più confinate dove sussistono gli scarichi degli impianti di Sestri, Polcevera e Darsena.

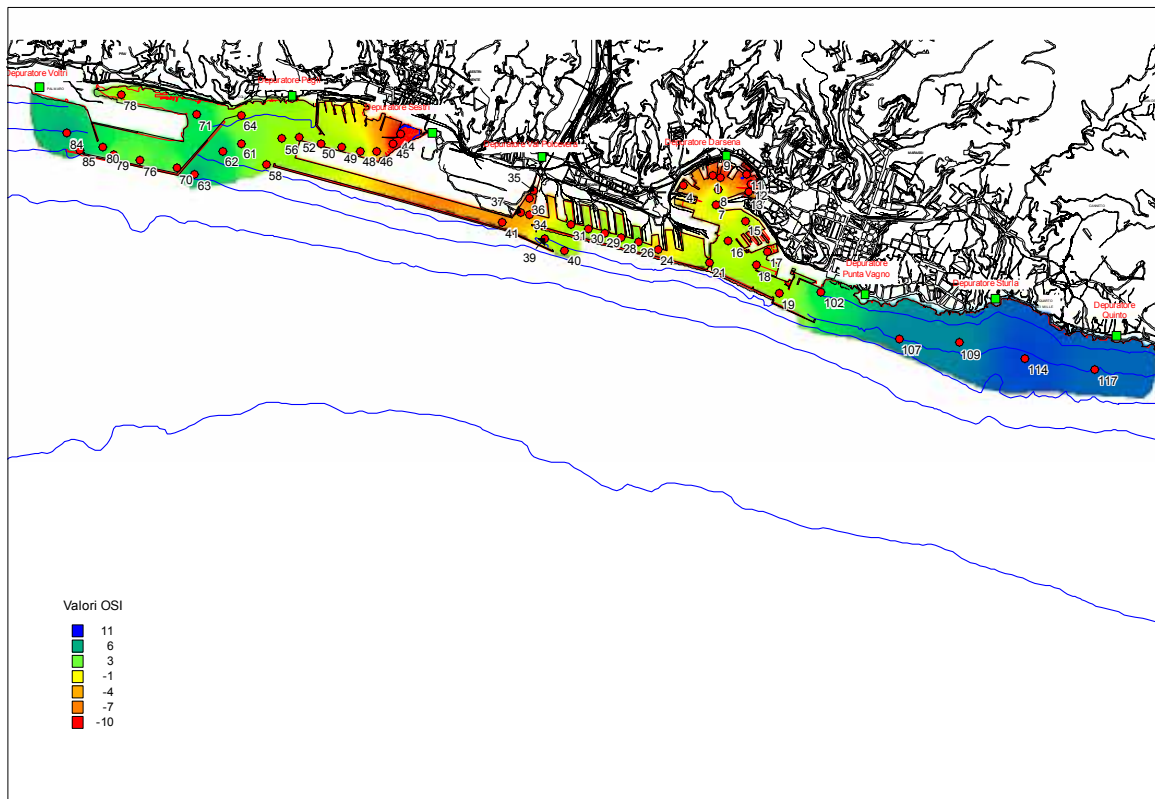


Fig. 1 - Distribuzione dei valori dell'OSI nell'area portuale di Genova.  
*Organism Sediment Index (OSI) distribution in the Genoa harbour.*

## Conclusioni

Le aree a più intenso idrodinamismo sono risultate quelle che presentano una migliore qualità dei sedimenti, quelle con maggior pressione antropica e scarso ricambio delle masse d'acqua presentano invece i valori dell'OSI più bassi corrispondenti ad uno stato qualitativo scadente. L'applicazione preliminare di questo indice di sintesi, se pur effettuata con una metodologia modificata e da testare con ulteriori approfondimenti, è risultato interessante sia per l'immediatezza dei risultati, sia per la possibilità di circoscrivere aree di dettaglio ove effettuare in un secondo tempo analisi più dettagliate.

## Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la “Servizi Ecologici Porto di Genova - S.p.A.” per la collaborazione durante la campagna di indagine. Un particolare ringraziamento va infine ai referee e alla dott.ssa Maria Cristina Gambi per i preziosi consigli e suggerimenti nella revisione del lavoro.

## Bibliografia

- BONA F., CECCONI G., MAFFIOTTI A. (2000) – An integrated approach to assess the benthic qualità after sediment capping in Venice lagoon. *Aqu. Ecosyst. Health Manag.*, **3**: 379-386.
- BONA F., MAFFIOTTI A. (1997) – Metodi di indagine dei sedimenti attraverso l'utilizzo di Camere subacquee stratigrafiche (CSS) e di Sediment Profile Imaging (SPI). In: *Analisi e recupero dei sedimenti marini*. Pitagora Ed., Bologna: 95-108.
- BONSDORFF E., DIAZ R.J., ROSENBERG R., NORKKO A., CUTTER Jr.G.R. (1996) – Characterization of soft-bottom benthic habitats of the Aland Islands, northern Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **142**: 235-245.
- CIUCHI G., CONIO O., BONVICINI V., CANEPA G., MINETTI D. (1998) - Il mare di Genova. *Amga SpA, Autorità portuale di Genova e RSTA Scrl.*: 1-176.
- CUTTER Jr.G.R., DIAZ R.J. (2000) – Biological alteration of physically structured flood deposits on the Eel margin, northern California. *Cont. Shelf Res.*, **20**: 235-253.
- DIAZ R.J. (1999) – Port Angeles harbor wood waste study Port Angeles, Washington. Final Report. *Saic*: 1-41.
- DIAZ R.J., RUNDY CUTTER G.Jr., DAUER D.M. (2003) – A comparison of two methods for estimating the status of benthic habitat quality in the Virginia Chesapeake Bay. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **285-286**: 371-381.
- GRIZZLE R.E., PENNIMAN C.A. (1991) – Effects of organic enrichment on estuarine macrofaunal benthos: a comparison of sediment profile imaging and traditional methods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **74**: 249-262.
- KARAKASSIS I., TSAPAKASSIS M., SMITH C.J., RUMOHR H. (2002) – Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **227**: 125-133.
- ISTAT (2004) - 8° Censimento Industria e servizi 2001. [www.istat.it](http://www.istat.it)
- ISTAT (2004) - 14° Censimento Popolazione e Abitazioni 2001. [www.istat.it](http://www.istat.it)
- ISTAT, UNIONCAMERE LIGURI, REGIONE LIGURIA (2003) - Annuario Statistico Regionale 2003. Regione Liguria: 350 pp.
- NAKAYAMA J.S., LUNZ J.D., LEPROWSE M.K., WAKEMAN J.S., HALE E. (1998) – Assessing long-term physical stability and benthic infaunal colonization of a sediment cap placed over chemically contaminated bottom sediments in the Wyckoff/Eagle Harbor Superfund Site, Bainbridge Island, Washington. *Puget Sound Res. Conf.* '98: 593-610.
- NILSSON H.C., ROSENBEG R. (1997) – Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *J. Mar. Syst.*, **11**: 249-264.
- NILSSON H.C., ROSENBEG R. (2000) – Succession in marine benthic habitats and fauna in response to oxygen deficiency: analysed by sediment profile-imaging and by grab samples. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **197**: 139-149.
- NILSSON H.C., ROSENBEG R. (2003) – Effects on marine sedimentary habitats of experimental trawling analysed by sediment profile imagery. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **285-286**: 453-463.
- O'CONNOR B.D.S., COSTELLOE J., KEEGAN B.F., RHOADS C. (1989) – The use of remote technology in monitoring coastal enrichment resulting from mariculture. *Mar. Pollut. Bull.*, **20** (8): 384-390.
- RHOADS D.C., GERMANO J.D. (1982) - Characterization of organism sediment relations using sediment profile imaging; are efficient method of Remote Ecological Monitoring of the Seafloor (REMOTS System). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 115-128.
- ROSENBERG R., NILSSON H.C., GREMARE A., AMOUROUX J.M. (2003) – Effects of demersal trawling on marine sedimentary habitats analysed by sediment profile imagery. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **285-286**: 465-477.



- RUMOHR H., KARAKASSIS I. (1999) – Comparison of multivariate patterns: different taxonomic levels in macrofaunal analysis versus sediment profile imagery (SPI). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **190**: 125-132.
- SOLAN M., KENNEDY R. (2002) – Observation and quantification of *in situ* animal-sediment relations using time-lapse sediment profile imagery (t-SPI). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **228**: 179-191.
- VOLPI GHIRARDINI A., BIRKEMEYER A., ARIZZI NOVELLI A., DELANEY E., PAVONI B., GHETTI P.F. (1999) - An integrated approach to sediment quality assessment: the Venetian lagoon as a case study. *Aqu. Ecosyst. Health Manag.*, **2**: 435-447.
- WILDISH D.J., HARGRAVE B.T., MACLEOD C., CRAWFORD C. (2003) - Detection of organic enrichment near finfish net-pens by sediment profile imaging at SCUBA-accessible depths. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **285-286**: 403-413.

M. PONTI, C. DELLA CASA, F. BACCHIOCCHI, M.A. COLANGELO, V.U. CECCHERELLI

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali in Ravenna, Università di Bologna,  
Via S. Alberto, 163 - 48100 Ravenna, Italia.  
ponti@ambra.unibo.it

## DISTRIBUZIONE SPAZIALE E VARIAZIONI STAGIONALI DEI POPOLAMENTI MACROBENTONICI NELLA LAGUNA COSTIERA “PIALASSA BAIONA” (RAVENNA)

### *SPATIAL DISTRIBUTION AND SEASONAL VARIATIONS OF THE MACROBENTHIC ASSEMBLAGES OF THE COASTAL LAGOON “PIALASSA BAIONA” (RAVENNA, ITALY)*

#### **Abstract**

*Macrobenthic assemblages of the coastal lagoon “Pialassa Baiona” (Ravenna, Italy) were investigated in ten sites and at three dates. Overall 42 taxa were found, species richness varies from 4 to 34. Diversity indices and biomass were low in the enclosed ponds, especially in the areas with prevailing fresh water inputs. The exotic Mytilidae Musculista senhousia was found in the area with higher tidal influence.*

**Key-words:** benthos, biodiversity, brackishwater environment, coastal lagoons.

#### **Introduzione**

I popolamenti macrobentonici delle lagune costiere mostrano generalmente un'elevata variabilità spaziale e la loro distribuzione può essere influenzata da numerosi parametri ambientali, tra cui salinità e ricambio dell'acqua (Guelorget e Perthuisot, 1992). Scopo del presente lavoro è valutare la distribuzione spaziale e le variazioni stagionali dei popolamenti macrobentonici di una laguna costiera nord adriatica in relazione a differenti livelli di confinamento e salinità.

#### **Materiali e metodi**

La “Pialassa Baiona” costituisce una laguna costiera salmastra di riconosciuto pregio naturalistico (sito Ramsar, SIC, ZPS). Si estende per circa 11 km<sup>2</sup> con una profondità media di 1 m, è situata a nord del porto-canale di Ravenna, attraverso cui comunica col mare. La laguna riceve le acque di scolo del bacino e quelle di diversi impianti di trattamento di scarichi civili e industriali, localizzati nell'area meridionale. Al suo interno è suddivisa, mediante argini artificiali, in diversi “chiari” di cui alcuni sono interconnessi da canali, mentre altri sono completamente confinati e comunicanti solo attraverso paratoie regolabili.

Le comunità macrobentoniche sono state studiate in tre date (25 ottobre 1996, 2 aprile e 5 luglio 1997) in 10 stazioni caratterizzate da differente grado di confinamento, salinità delle acque e idrodinamismo (Fig. 1). Il Chiaro del Comune (st. 1, 2 e 3) è stato completamente arginato e dolcificato (salinità media  $5,4 \pm 1,3$  psu  $\pm$  DS) per salvaguardare la pineta dall'ingressione d'acqua salata. Il Chiaro d'Aldo (st. 4) è completamente arginato ed è rifornito occasionalmente con acqua salmastra (salinità media  $22,0 \pm 2,7$  psu  $\pm$  DS). Le altre stazioni sono in aree liberamente comunicanti col mare e presentano una salinità intermedia condizio-

nata dal ricambio della marea (salinità media nel Chiaro della Vena del Largo  $21,2 \pm 2,3$  psu  $\pm$  DS e nel Chiaro della Risega  $19,1 \pm 2,1$  psu  $\pm$  DS). Per ogni stazione e data sono stati raccolti 4 campioni mediante benna Ekman (area 0,0225 m<sup>2</sup>). Le biomasse (peso secco senza ceneri) degli organismi sono state ottenute mediante equazioni allometriche (Arias e Drake, 1994) oppure tramite essiccazione e successivo incenerimento a 500 °C (Palmerini e Bianchi, 1994). I popolamenti sono stati analizzati in termini di ricchezza specifica (S) ed eterogeneità complessiva (indice di diversità di Shannon-Wiener, H'). Ai dati d'abbondanza è stato applicato l'indice biotico (BC) proposto da Borja *et al.* (2000). Le differenze spaziali e temporali dei valori di abbondanza, di biomassa e dei diversi indici calcolati sono state testate con l'analisi della varianza (ANOVA) a due fattori random ortogonali (Winer, 1971). L'analisi di comunità è stata condotta sui dati d'abbondanza trasformati mediante radice quadrata ed utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis (Clarke, 1993).

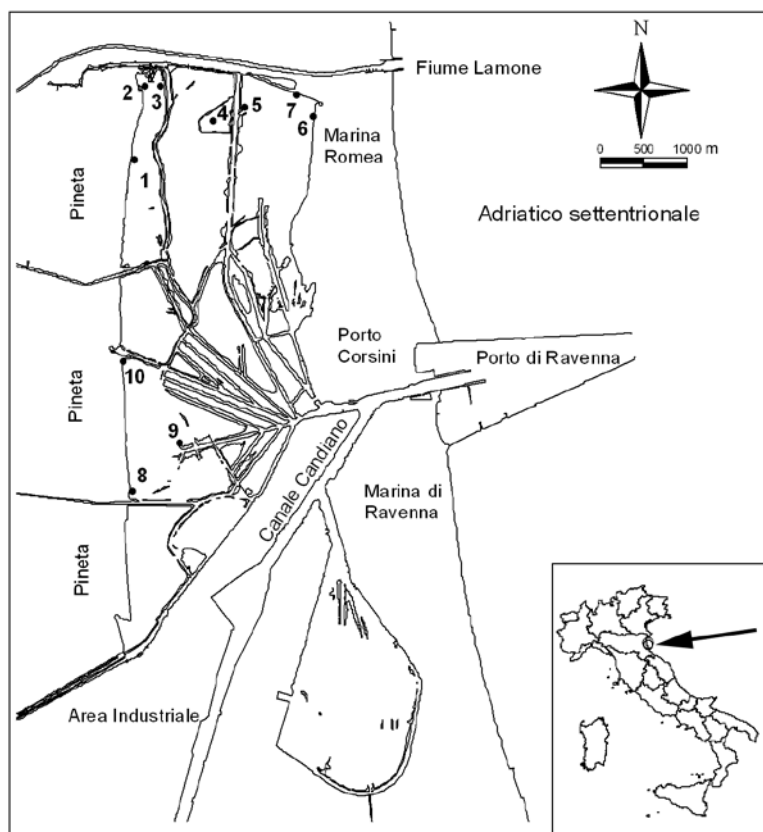


Fig. 1 - Mappa della Pialassa Baiona nell'anno 1997, sono indicate e numerate le stazioni di campionamento (1, 2, 3 Chiaro del Comune; 4 Chiaro d'Aldo; 5, 6, 7 Chiaro della Vena del Largo; 8, 9, 10 Chiaro della Risega).

*Pialassa Baiona lagoon in 1997 (Ravenna, northern Adriatic Sea), location of sampling sites (1, 2, 3 Comune pond; 4 Aldo pond; 5, 6, 7 Vena del Largo pond; 8, 9, 10 Risega pond).*

## Risultati

Complessivamente sono stati identificati 42 taxa, di cui 29 riconosciuti a livello di specie, la ricchezza specifica varia da un minimo di 4 in una delle stazioni poste nel Chiaro del Comune, completamente arginato e dolcificato, ad un massimo di 34 nella zona con maggior ricambio idrico operato dalla marea (Fig. 2). Dominano per abbondanza *Hydrobia* spp., larve di Chironomidi (in prevalenza *Chironomus salinarius*) e *Corophium* spp., mentre la biomassa è risultata sostenuta principalmente da *Hydrobia* spp., *Cerastoderma glaucum* e *Neanthes succinea*. Le comunità sono apparse relativamente più ricche e diversificate nelle stazioni meno confinate e a maggiore influenza marina (dalla stazione 5 alla 10; Fig. 2).

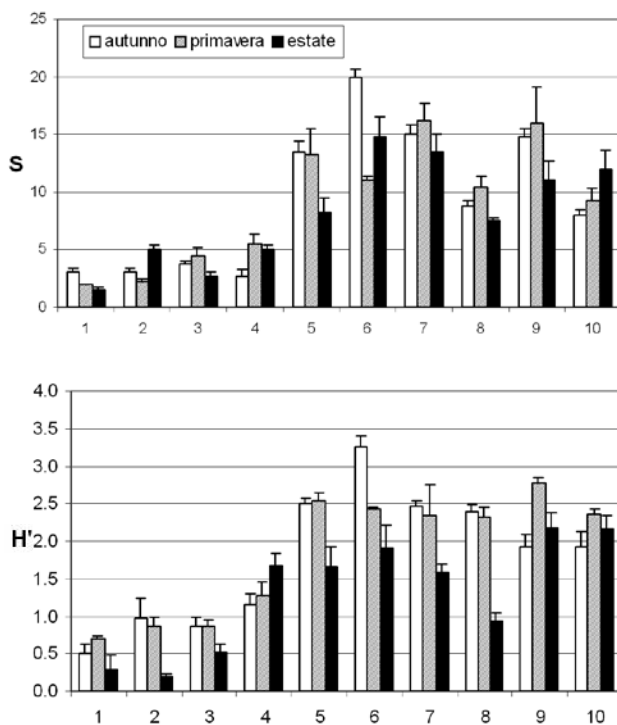


Fig. 2 - Numero medio di specie (S) e indice di diversità di Shannon-Wiener (H') per campione (area 0,0225 m<sup>2</sup>; + errore standard, n=4) in ciascuna stazione (Fig. 1).

Average species number (S) and species heterogeneity Shannon-Wiener index (H') per sample (area 0.0225 m<sup>2</sup>; + standard error, n=4) at each sampling site (Fig. 1).

Alcune specie, tra cui il mitilide invasivo *Musculista senhousia*, sono risultate esclusive delle aree permanentemente connesse col mare. Le stazioni in aree “dolcificate” e/o completamente arginate appaiono più povere sia in termini di diversità specifica, sia in termini di biomasse; entrambe le misure variano significativamente tra stazioni e date (ANOVA stXdata p<0,01). Il grafico MDS (Fig. 3) rivela una chiara distinzione tra i popolamenti del chiaro del Comune (st. 1, 2 e 3), a ridotta salinità, e i popolamenti tipicamente salmastri delle altre stazioni. Da

questa analisi non sembrano evidenziarsi differenze tra i popolamenti in relazione alle date, tranne che per quelli della st. 4 (chiaro d'Aldo) che si discostano dagli altri durante l'autunno (prima data di campionamento). Il BC indica condizioni di medio disturbo in quasi tutte le stazioni e date, anche se i valori cambiano significativamente tra stazioni e date (ANOVA stXdata  $p < 0,01$ ). Le condizioni migliori sono state registrate nella st. 7 e, a luglio, nelle st. 8 e 10. Il valore medio di BC di 1,34 registrato nella st. 4 ad ottobre, riconducibile secondo gli autori dell'indice ad uno "stato ecologico buono", è in disaccordo con la ridotta diversità osservata e mette in risalto uno dei limiti di classificazione di quest'indice, cioè una ridotta robustezza nel caso di popolamenti costituiti da poche specie (Borja, 2004).

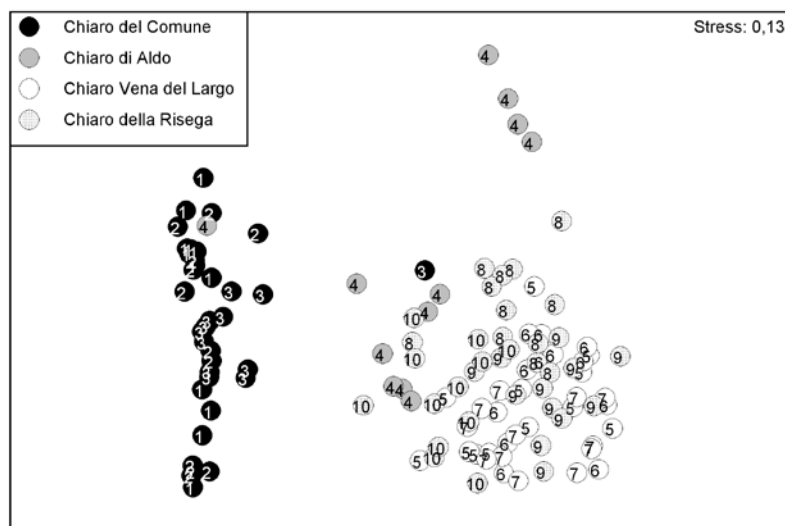


Fig. 3 - MDS non metrico eseguito a partire dai dati di abbondanza. I numeri indicano le stazioni di campionamento mentre la colorazione indica i diversi chiari.

*Non-metric MDS plot based on abundance data. Numbers show sampling site, whereas fill patterns indicate the different ponds.*

## Conclusioni

L'analisi dei dati mostra comunità tipiche d'ambienti lagunari salmastri, notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che, di fatto, determina un livello di "disturbo" medio permanente, cui si somma l'effetto del confinamento e dei diversi fattori d'impatto antropico. Livelli di disturbo, naturale ed antropico, e grado di confinamento si riflettono sulla diversità specifica, sui valori di biomassa e, almeno parzialmente, sui risultati dell'indice biotico (BC). Nelle zone in cui è stato impedito l'ingresso d'acqua marina, le comunità bentoniche appaiono fortemente banalizzate e dominate dalla presenza di larve d'insetti, soprattutto Chironomidi. Questo indica, in tali zone, uno stato transitorio di passaggio dai popolamenti salmastri a quelli

d'acque dolci. Per quanto riguarda gli andamenti temporali, le differenze maggiori si osservano ove il ricambio d'acqua salmastra viene operato occasionalmente.

### Bibliografia

- ARIAS A.M., DRAKE P. (1994) - Structure and production of the benthic macroinvertebrate community in a shallow lagoon in the Bay of Cádiz. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **115**: 151-167.
- BORJA A. (2004) - The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Mar. Pollut. Bull.*, **48** (3-4): 405-408.
- BORJA A., FRANCO J., PÉREZ V. (2000) - A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Pollut. Bull.*, **40** (12): 1100-1114.
- CLARKE K.R. (1993) - Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austr. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- GUELORGET O., PERTHUISOT J.P. (1992) - Paralic ecosystem. Biological organization and functioning. *Vie et Milieu*, **42**: 215-251.
- PALMERINI P., BIANCHI C.N. (1994) - Biomass measurements and weight-to-weight conversion factors: a comparison of methods applied to the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Biol.*, **120**: 273-277.
- WINER B.J. (1971) - *Statistical principles in experimental designs*. McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo: 907 pp.

G. PRIOLI, E. RAMBALDI<sup>1</sup>, A. ZENTILIN<sup>2</sup>, P. PELUSI<sup>1</sup>, F. OTTOLENGHI<sup>1</sup>

M.A.R.E. s.c.r.l., Via E. Toti, 2 - 47841 Cattolica (RN), Italia.

gprioli@coopmare.com

<sup>1</sup>Consorzio Mediterraneo s.c.r.l., Italia.

<sup>2</sup>ALMAR s.c.r.l., Italia.

## STUDIO COMPARATIVO SULL'IMPATTO DI DUE ATTREZZI INNOVATIVI PER LA PESCA DELLE VONGOLE (*TAPES PHILIPPINARUM*) NELLA LAGUNA DI VENEZIA

### COMPARATIVE STUDY ON THE IMPACT OF TWO INNOVATIVE CLAM FISHING GEARS (*TAPES PHILIPPINARUM*) IN THE VENICE LAGOON

#### **Abstract**

*The aim of this work is the evaluation of the impact of two new mechanical fishing gears on the lagoon biocenosis. After a preliminary test on 5 different gears, the two prototypes of "hydraulic dredge" and "vibrating gear" were selected and compared. A total of 17 double surveys were performed in different lagoon areas. The analyses of data do not show statistically significant differences between the two equipments, especially for the associated fauna.*

**Key-words:** clam fisheries, *Tapes philippinarum*, Lagoon of Venice.

#### **Introduzione**

Il presente lavoro sintetizza alcune linee progettuali di un ampio studio finanziato nel 2002 dalla Provincia di Venezia e curato dall'A.T.I. Consorzio Mediterraneo-C.I.R.S.P.E, sulla sperimentazione di attrezzi prototipi per la pesca delle vongole veraci filippine nella Laguna di Venezia (Provincia di Venezia, 2000). Finalità dell'indagine è stata la valutazione comparata degli effetti e degli impatti, sulle biocenosi lagunari, di due nuovi sistemi di pesca meccanizzata.

*Tapes philippinarum* presenta un areale d'origine esteso ad un'ampia parte dell'area indopacifica. Negli anni '70 la specie fu introdotta in Europa a scopo di allevamento (in Spagna, Francia e Inghilterra) e a partire dal 1983 in laguna di Venezia e in altre lagune italiane per intensificare la produttività degli allevamenti ittici (ESAV, 1990).

#### **Materiali e metodi**

Dopo una preindagine su 5 diversi attrezzi sia tradizionali che innovativi per la raccolta meccanizzata delle vongole veraci in laguna e nelle aree in concessione per la pesca gestita, sono stati studiati i più idonei prototipi di "cassa idraulica" e "vibrantino".

La cassa idraulica è una vongolara a lama leggermente arcuata, tale da seguire meglio il sedimento smosso da un generatore di flusso ad elica in grado di spingere l'acqua verso il fondo e verso la bocca della cassa; mentre la cassa tradizionale utilizza motori fuoribordo per generare il flusso idrico, la cassa sperimentale utilizza un motore idraulico (con impianto ad olio) collegato ad una presa di forza del motore entrobordo principale.



Tab. 1 - Composizione delle catture in g m<sup>-2</sup> per attrezzo e singola specie nelle diverse aree di campionamento.Catch composition, per gear and per species, in g m<sup>-2</sup> in the different sampling areas.

| Specie                            | Cassa idraulica (gr m-2) |              |               |                   | Vibrantino (gr m-2) |               |                |                   |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------|---------------|-------------------|---------------------|---------------|----------------|-------------------|
|                                   | Area 1                   | Area 8       | Area 16       | Media pesata Aree | Area 1              | Area 8        | Area 16        | Media pesata Aree |
| Antozoi                           |                          |              |               |                   |                     |               |                |                   |
| <i>Actinia carii</i>              |                          |              |               |                   |                     |               | 0,005          | 0,002             |
| Crostacei                         |                          |              |               |                   |                     |               |                |                   |
| <i>Carcinus aestuarii</i>         | 0,991                    | 0,169        | 0,260         | 0,318             | 0,372               | 0,030         | 0,032          | 0,112             |
| <i>Diogenes pugilator</i>         | 0,528                    | 0,006        | 0,058         | 0,098             | 0,113               |               | 0,011          | 0,031             |
| <i>Upogebia tipica</i>            |                          |              | 0,005         | 0,002             |                     |               |                |                   |
| <i>Crangon crangon</i>            |                          | 0,001        | 0,002         | 0,001             |                     |               |                |                   |
| Molluschi Bivalvi                 |                          |              |               |                   |                     |               |                |                   |
| <i>Scapharca inaequivalvis</i>    |                          |              |               |                   |                     | 0,035         | 0,016          | 0,020             |
| <i>Acanthocardia paucicostata</i> |                          |              |               |                   | 0,005               |               |                | 0,001             |
| <i>Acanthocardia tuberculata</i>  |                          |              |               |                   | 0,019               |               |                | 0,005             |
| <i>Cerastoderma glaucum</i>       | 3,112                    | 0,398        | 0,032         | 0,617             | 0,910               | 0,231         | 0,017          | 0,319             |
| <i>Mactra glauca</i>              | 0,015                    |              |               | 0,002             |                     |               |                |                   |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i>  |                          |              |               |                   | 0,006               |               |                | 0,002             |
| <i>Nucula nucleus</i>             |                          | 0,002        |               | 0,001             |                     |               |                |                   |
| <i>Crassostrea gigas</i>          | 0,853                    | 0,092        |               | 0,158             |                     |               |                |                   |
| <i>Dosinia lupinus</i>            |                          |              | 0,003         | 0,001             |                     |               | 0,004          | 0,001             |
| <i>Chlamys glabra</i>             | 0,027                    |              |               | 0,004             | 0,005               |               |                | 0,001             |
| <i>Chamelea gallina</i>           | 0,713                    | 0,006        | 0,683         | 0,377             | 0,927               | 0,025         | 0,736          | 0,483             |
| <i>Paphia aurea</i>               | 0,509                    | 0,018        | 0,446         | 0,259             | 1,784               | 0,045         | 0,484          | 0,609             |
| <i>Paphia rhomboides</i>          | 0,135                    | 0,045        | 0,685         | 0,318             | 0,111               | 0,206         | 0,594          | 0,316             |
| <i>Tapes decussatus</i>           | 0,032                    |              |               | 0,004             | 0,963               | 0,045         | 0,137          | 0,295             |
| <i>Tapes philippinarum</i>        | 23,943                   | 3,439        | 81,710        | 38,058            | 70,565              | 14,314        | 115,047        | 62,148            |
| Molluschi Gasteropodi             |                          |              |               |                   |                     |               |                |                   |
| <i>Hexaplex trunculus</i>         |                          | 0,054        |               | 0,025             |                     | 0,038         | 0,025          | 0,024             |
| <i>Cyclope neritea</i>            |                          |              | 0,001         | 0,000             |                     |               |                |                   |
| <i>Nassarius reticulatus</i>      | 0,178                    | 0,002        | 0,154         | 0,088             | 0,004               |               | 0,152          | 0,053             |
| Policheti                         |                          |              |               |                   |                     |               |                |                   |
| <i>Arenicola marina</i>           |                          |              | 0,001         | 0,001             |                     |               |                |                   |
| <b>Totale (g m<sup>-2</sup>)</b>  | <b>31,037</b>            | <b>4,233</b> | <b>84,039</b> | <b>40,331</b>     | <b>75,785</b>       | <b>14,967</b> | <b>117,258</b> | <b>64,422</b>     |
| <b>Totale specie</b>              | <b>12</b>                | <b>12</b>    | <b>13</b>     | <b>19</b>         | <b>13</b>           | <b>9</b>      | <b>13</b>      | <b>17</b>         |

Il vibrantino è una vongolara a lama che incide il sedimento per qualche centimetro. La gabbia metallica di raccolta, tramite una massa eccentrica rotante, vibra e permette una migliore separazione della sabbia e fango dai molluschi dentro l'attrezzo stesso. Il traino dell'attrezzo avviene recuperando il cavo dell'ancora, grazie all'azione di un verricello idraulico presente sul natante. Per una più completa panoramica degli attrezzi in uso nella Laguna di Venezia, si rimanda al lavoro di Pellizzato e Giorgiutti (1996).

Durante l'indagine comparata, effettuata nel mese di febbraio 2003, sono state eseguite 17 pescate in doppio con i due prototipi e in 3 diverse aree della Laguna di Venezia, rispettivamente distribuite nei settori nord (Area 1 - raccolta seme vongola), centro (Area 8 - pesca gestita) e sud (Area 16 - allevamento vongole) della laguna.

I dati di cattura sono stati espressi in peso ( $\text{g m}^{-2}$ ). Per le catture dei singoli attrezzi è stato calcolato l'indice di diversità di Shannon-Weaver, ad incremento proporzionale all'aumentare del numero delle specie nel campione, ed anche nella sua trasformazione  $e^H$  (N1). Sono stati inoltre calcolati l'indice di evenness  $E = H'/\ln S$  e l'indice di ricchezza specifica  $D$  di Margalef (ICRAM, 2001). Per il calcolo dell'affinità specifica sono stati utilizzati l'indice di Jaccard e l'indice di Sørensen (Nur *et al.*, 1999), in quanto tengono conto delle specie in comune tra i due differenti attrezzi. Considerato che questi ultimi indici forniscono indicazioni di tipo qualitativo, indipendentemente dal peso che ogni specie ha all'interno del campione, sono stati calcolati anche l'indice di Morisita-Horn (Green, 1999) e l'indice di Renkonen (Nur *et al.*, 1999), così da ponderare le catture accidentali. Questi indici variano all'interno di un intervallo compreso tra 0, quando non ci sono specie in comune e 1, quando i due campioni presentano una distribuzione identica di specie. Per valutare eventuali differenze significative tra l'abbondanza delle catture dei due attrezzi e tra le differenti stazioni, visto che la distribuzione dei dati, anche quando trasformati, non è stata in grado di soddisfare le assunzioni necessarie per l'applicazione di test parametrici, si è proceduto ai confronti utilizzando metodi non parametrici ed in particolare il test U di Mann-Witney per il confronto di campioni due a due.

## Risultati

In Tab.1 si riporta la composizione delle catture, in  $\text{g m}^{-2}$ , per attrezzo e per singola specie, nelle tre aree lagunari di indagine e in Tab. 2 i valori dei diversi indici applicati: i valori di diversità espressi dall'indice di Shannon indicano una struttura delle catture poco complessa per entrambi gli attrezzi, ed in maniera più accentuata per il vibrantino. Ciò è da ascrivere alla presenza importante delle specie target, rappresentate dalle vongole ed in special modo dalla specie *Tapes philippinarum*. Gli indici di diversità e di evenness evidenziano comunque una maggiore dominanza delle vongole nel vibrantino rispetto la cassa. Se si considera solo la fauna associata l'indice di evenness (E) aumenta per entrambi gli attrezzi, ad indicare una maggiore uniformità nella distribuzione delle specie nelle catture, sebbene anche in questo caso si evidenzia una certa dominanza attribuibile presumibilmente alla specie *Cerastoderma glaucum*. Analoghe considerazioni possono derivare se si considerano i valori dell'indice di Jaccard e di Sørensen in merito all'affinità specifica, da cui si nota che le specie comuni, per entrambe gli attrezzi, rientrano all'interno di valori intermedi. La similarità tra le catture dei

due attrezzi è resa più evidente dalla visione degli indici di Renkonen e Morisita-Horn, con valori prossimi ad 1, in cui viene considerata anche l'abbondanza di ciascuna specie, soprattutto per quanto riguarda la sola fauna associata. La stima della variabilità dell'abbondanza delle catture, effettuata tramite test U di Mann-Whitney, non evidenzia differenze statisticamente significative ( $\alpha=0.05$ ) tra i due attrezzi, sia per le catture complessive ( $p=0.979$ ) che per la sola fauna accessoria ( $p=0.869$ ) (Tab. 2).

Tab. 2 - Valori dei diversi indici applicati ai dati ottenuti con i due attrezzi per fauna associata e vongole insieme per la sola fauna associata.

*Different index values applied to the data obtained with two gears: the values are subdivided in "associated fauna and clams" and "associated fauna".*

|                         | Fauna assoc. + vongole |            | Solo fauna assoc. |            |
|-------------------------|------------------------|------------|-------------------|------------|
|                         | Cassa                  | Vibrantino | Cassa             | Vibrantino |
| n° specie               | 19                     | 17         | 14                | 12         |
| n° m <sup>-2</sup>      | 12,54                  | 22,72      | 1,37              | 0,42       |
| H' (Shannon e Weaver)   | 0,77                   | 0,40       | 1,12              | 1,23       |
| N1 = e H'               | 2,15                   | 1,49       | 3,06              | 3,41       |
| D (Margalef)            | 16,39                  | 12,53      | 94,21             | 31,50      |
| E (Evenness)            | 0,26                   | 0,14       | 0,42              | 0,48       |
|                         | Fauna assoc. + vongole |            | Solo fauna assoc. |            |
| U di Mann-Whitney       | 363,000                | p=0,979    | 355,500           | p=0,869    |
| W di Wilcoxon           | 741,000                | p=0,979    | 733,500           | p=0,869    |
| Indice di Jaccard       | 0,480                  |            | 0,350             |            |
| Indice di Sorenson      | 0,650                  |            | 0,520             |            |
| Indice di Renkonen      | 0,940                  |            | 0,910             |            |
| Indice di Morisita-Horn | 0,990                  |            | 0,990             |            |

Per quanto riguarda la risospensione dei sedimenti, la comparazione tra l'impatto indotto dal vibrantino e dalla cassa idraulica non ha evidenziato significative variazioni granulometriche della coltre sedimentaria fra un attrezzo e l'altro. In particolare, si poteva teorizzare in anticipo un potenziale impatto soprattutto sulla frazione più fine (peliti s.l., e cioè silt più argilla). La classificazione del sedimento prima e dopo il passaggio degli attrezzi è risultata sostanzialmente coincidente.

## Conclusioni

Dall'analisi dei dati relativi alle catture dei due attrezzi utilizzati, non emergono elementi che consentano di evidenziare differenze di comportamento statisticamente significative nei confronti dei popolamenti bentonici oggetto del campionamento, soprattutto per quanto riguarda la fauna associata. Dal punto di vista dell'impatto ambientale le attrezzature utilizzate assumono comportamenti che possono essere tra loro assimilati. Per il loro utilizzo in venericoltura, le valutazioni devono considerare non solo le diversità operative, ma anche la loro differente utilizzazione passando dalla pesca in libero accesso all'allevamento con cicli pluriennali.

**Bibliografia**

- ESAV (1990) – *Tapes philippinarum, biologia e sperimentazione*. Collana Acquacoltura, **3**: 299 pp.
- GREEN J. (1999) – Sampling method and time determine composition of spider collection. *J. Arachnol.*, **27**: 296-302.
- ICRAM (2001) – *Metodologie analitiche di riferimento del programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003) - Benthos, Scheda 1 "Analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili in ambiente marino"* – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM: 4 pp.
- NUR N., JONES S.L., GEUPEL G.R. (1999) – *A guide to data analysis of avian monitoring programs*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, BTP-R6001-1999, Washington D.C.: 135 pp.
- PELLIZZATO M., GIORGIUTTI E. (1996) – *Attrezzi e sistemi di pesca nella Provincia di Venezia*. Provincia di Venezia-ASAP, Stampa La Tipografia: 190 pp.
- PROVINCIA DI VENEZIA (2000) – *Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia*. Provincia di Venezia, Assessorato alla Caccia, Pesca e Polizia Provinciale: 102 pp.

A. RISMONDO, D. CURIEL, E. CHECCHIN, C. DRI, C. MIOTTI, R. ZAJA

SELC Soc. Cop., Via dell'Elettricità, 5 - 30174 Marghera-Venezia, Italia.  
curiel@selc.it

## IMPIEGO DELLE COMUNITÀ FOULING PER UNA CARATTERIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

### *FOULING AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THE LAGOON OF VENICE*

#### **Abstract**

*An environmental survey performed in 2000-2002 has included the study of the fouling community in 26 stations in the Lagoon of Venice with PVC panels located in the midlittoral and in the infralittoral zone. During the three years of monitoring 168 benthic taxa (86 macroalgae and 82 zoobenthic taxa) have been identified. Data analysis showed a crosswise gradient from mainland to sea, highlighting an increase of species richness and of complexity of the community structure as we approach the sea mouths.*

**Key-words:** *fouling, phytobenthos, zoobenthos, Lagoon of Venice.*

#### **Introduzione**

Nell'ambito di un monitoraggio condotto nel triennio 2000-2002 per conto del Magistrato alle Acque, tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, è stata analizzata la comunità fouling della Laguna di Venezia. Lo studio è stato condotto nei bassifondali, lungo i margini dei canali e nelle bocche di porto, utilizzando pannelli installati in strutture fisse. La valutazione delle comunità fito-zoobentoniche per gli ambienti di transizione rientra nell'orientamento della recente normativa italiana (Decreto Legislativo 152/1999) ed europea (Direttiva 2000/60/CE), con gli obiettivi di definire lo stato di qualità dell'ambiente e di individuare le modalità per un suo miglioramento e mantenimento di un equilibrio compatibile.

Per il fouling della laguna veneta esistono numerosi lavori (Relini, 1993, 1995), alcuni dei quali hanno esaminato le influenze delle caratteristiche ambientali sulle comunità fouling (Barbaro e Francescon, 1976; Francescon e Barbaro, 1976, 1978; Relini *et al.*, 1972).

#### **Materiali e metodi**

Nelle 26 stazioni di studio sono stati utilizzati pannelli delle dimensioni di 20 cm × 80 cm in materiale plastico (PVC) particolarmente resistenti in caso di urti con imbarcazioni. I pannelli, resi rugosi per favorire l'insediamento degli organismi, sono stati immersi da febbraio ad ottobre per ognuno dei tre anni, e sono stati posti verticalmente su apposite intelaiature con le seguenti modalità rispetto al livello medio marino: 20 nei bassifondali, nel piano mediolitorale, con il lato superiore alla quota di +20 cm e quello inferiore a -60 cm, 3 ai margini di canali alla profondità di 3 m e 3 nei moli foranei alla profondità di 8 m. L'esame dei pannelli ha compreso la determinazione dei taxa fito-zoobentonici, la stima del ricoprimento (Boudouresque, 1971) e della biomassa. L'analisi dei dati è stata

eseguita utilizzando i valori medi dell'elenco floro-faunistico complessivo dei tre anni per ridurre gli effetti delle fluttuazioni interannuali. Per la cluster analysis è stata utilizzata la matrice di similarità di Bray-Curtis (legame completo) trasformando con doppia radice quadrata i ricoprimenti per ridurre l'importanza delle specie dominanti (Clarke e Warwick, 1994).

Mensilmente sono stati rilevati i parametri chimico fisici della colonna d'acqua che hanno permesso un'analisi integrata tra i dati biotici e abiotici (Magistrato alle Acque, 2002).

## Risultati

Nei tre anni sono stati rilevati 168 taxa bentonici suddivisi in 86 taxa algali (49 Rhodophyta, 14 Phaeophyta e 23 Chlorophyta) e 82 taxa zoobentonici (8 Poriferi, 1 Antozoo, 7 Idrozoi, 13 Briozoi, 15 Policheti, 19 Bivalvi, 1 Poliplacoforo, 6 Crostacei, 5 Echinodermi e 7 Tunicati). Il numero di taxa denota una ripartizione bilanciata tra fitobenthos (86 taxa) e zoobenthos (82 taxa). Nelle stazioni più vivificate si è avuto il maggior numero di taxa medio per stazione (tra 30 e 54) e complessivo dei tre anni (tra 50 e 68) mentre in quelle più lontane dalle bocche di porto, dove sono maggiori sia i tempi di residenza che la torbidità delle acque, il numero di taxa è risultato inferiore sia nella media (tra 16 e 20) che nel totale dei tre anni (tra 26 e 40). Per le macroalghe, nelle stazioni dove maggiore è l'influsso delle acque marine (moli foranei e stazioni delle bocche di porto), risulta marcata la prevalenza delle Rhodophyta (60-70%) sulle Chlorophyta (14-30%) e Phaeophyta (6-16%), mentre nelle stazioni interne alla laguna, dove i tempi di ricambio delle acque sono maggiori, le Rhodophyta diminuiscono (19-35%), le Phaeophyta sono assenti o inferiori al 5-6% e prevalgono le Chlorophyta (65-75%). Il rapporto Rhodophyta/Chlorophyta è risultato un buon descrittore ambientale della comunità macroalgale, diminuendo sia dalle bocche di porto (2.0-5.4) verso le stazioni marginali della laguna, sia allontanandosi dai canali principali (0.3-0.8) verso i bassifondali. I gruppi zoobentonici più numerosi sono stati quelli dei Bivalvi soprattutto con *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis* e *Modiolus barbatus*, dei Policheti con *Hydroides dianthus* e dei Briozoi con *Bugula neritina* e *Tricellaria inopinata*. L'abbondanza evidenzia una netta prevalenza dello zoobenthos sul fitobenthos per i cospicui ricoprimenti e biomasse dei Crostacei (*Balanus amphitrite*, *Balanus eburneus* e *Balanus improvisus*), dei Briozoi (*Bugula neritina* e *Tricellaria inopinata*), dei Bivalvi (*Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis*) e dei Tunicati (*Phallusia mamillata*).

La cluster analysis dei dati abiotici e biotici (Fig. 1 A, B) mostra raggruppamenti sostanzialmente concordanti soprattutto per le stazioni poste in prossimità delle bocche di porto influenzate dal mare (AG1 e BG1) e per quelle situate nelle zone più interne della laguna influenzate dalle acque dolci (BG2 e AG2). L'analisi dei dati biotici sembra in grado di fornire una distinzione più fine quando si considerano le situazioni intermedie, in cui la risposta biologica appare differenziata a fronte di condizioni di qualità dell'acqua apparentemente simili. Infatti, all'unico raggruppamento dei dati abiotici (AG3), i dati biotici suddividono le stazioni in due gruppi, quello delle stazioni a salinità leggermente più elevata (BG3) e quello delle stazioni più interne (BG4), comunque influenzate dalle acque marine. Le due stazioni del gruppo BG5 si caratterizzano per gli elevati valori di carbonio e azoto organico e della torbidità, mentre le tre stazioni del gruppo AG4 risultano influenzate dai rilasci dell'area industriale.

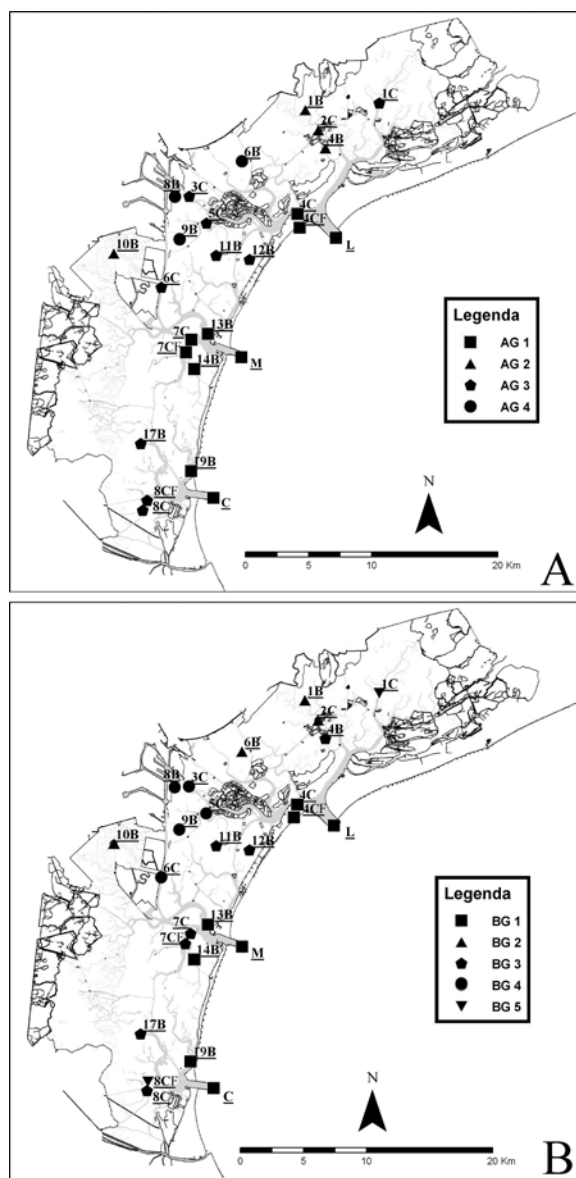


Fig. 1 - Ubicazione dei gruppi di stazioni individuati dalla cluster analysis dei dati abiotici (A) e biotici (B): AG1 e BG1 stazioni influenzate dal mare; AG2 e BG2 stazioni influenzate dalle acque dolci; AG3, BG3-4 stazioni con condizioni intermedie; AG4 stazioni influenzate dai rilasci dell'area industriale; BG5 stazioni con elevati valori di carbonio e azoto organico e torbidità.

*Position of groups of stations resulting from abiotic (A) and biotic (B) data cluster analysis: AG1 and BG1 sea-influenced stations; AG2 and BG2 freshwater-influenced stations; AG3, BG3-4 intermediate condition stations; AG4 industrial wastewater-influenced stations; BG5 stations with high content in dissolved organic C and N and high turbidity.*



## Conclusioni

L'analisi del biota evidenzia un gradiente trasversale ai lidi che dal mare va verso la terraferma lungo il quale si determina una riduzione della ricchezza e della complessità delle comunità fouling. Addentrandosi all'interno della laguna, la biodiversità si riduce sino a che, nelle aree più confinate, dove l'idrodinamismo è ridotto e la trasparenza è dell'ordine di 30-40 cm, le comunità fouling dei pannelli risultano semplificate e scarsamente strutturate con prevalenza di poche specie generalmente ubiquiste e caratterizzate da ampi intervalli di tolleranza.

## Bibliografia

- BARBARO A., FRANCESCON A. (1976) – Gradienti ecologici riflessi nella composizione del fouling nella laguna veneta settentrionale. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **18** (3) (Suppl.): 227-229.
- BOUDOURESQUE CH.F. (1971) - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse Doct. Univ. Marseille Luminy: 624 pp.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M (1994) - *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Bourne Press Limited.
- FRANCESCON A., BARBARO A. (1976) – Distribuzione del fouling lungo i canali Marghera-Mare. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti*, **134**: 33-45.
- FRANCESCON A., BARBARO A. (1978) – Il fouling quale indicatore della qualità dell'ambiente lagunare (Venezia). I. Parametri fisici e chimici delle acque. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **19**: 121-141.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE (2002) - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 1° stralcio triennale (2000-2003) Mela1 – Attività A.2. Trattamento ed analisi dei dati, elaborazioni in linea ed interpretazioni spazio temporali. Acquisizione ed elaborazione in linea dei dati. Rapporto 2° anno. Consorzio Venezia Nuova.
- RELINI G. (1993) – Mediterranean Macrofouling. *Oebalia*, **19** (Suppl.): 103-154.
- RELINI G. (1995) – Stato delle conoscenze sul macrofouling della Laguna di Venezia. *S.I.T.E Atti*, **16**: 119-121.
- RELINI G., BARBARO A., FRANCESCON A. (1972) – Distribuzione degli organismi del fouling in relazione all'inquinamento urbano di Venezia. Osservazioni preliminari. *Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti*, **130**: 433-448.

G. RUSSINO, S. SERRA, R. CAPPUCCINELLI, M. MARTINELLI,  
M. PAIS, D. PALA, F. GARGIULO

Porto Conte Ricerche, S.P. 55 km 8, 400 - 07040 S.M. la Palma, Alghero (SS), Italia.

## STRUTTURE PER LA CONSERVAZIONE DEL CORALLO ROSSO IN SITI SUPERFICIALI DELLA SARDEGNA

### *STRUCTURES FOR RED CORAL CONSERVATION IN SHALLOW SITES OF SARDINIA*

#### **Abstract**

*A new artificial modular structure allowing the hosts of up to 80 colonies of red coral (*Corallium rubrum* L.) was designed and constructed. Sixty apices of deep water red coral colonies have been sampled and left in aquarium for about 5 months, showing 100% survival ratio. Thirty two colonies have been successfully fixed on the module in a site at 27 m depth.*

**Key-words:** *Corallium rubrum, conservation, Sardinia, Mediterranean Sea.*

#### **Introduzione**

La costa nord occidentale della Sardegna rappresenta un habitat elettivo per la colonizzazione superficiale del corallo rosso (*Corallium rubrum* L., 1758), (Russino e Chessa, 1989; Russino e Vitale, 2000). L'eccessivo sfruttamento dei siti superficiali e, a scopo commerciale, dei banchi profondi, ha portato ad una generale rarefazione della specie. Obiettivo prioritario è pertanto la conservazione di questa specie, in modo particolare nelle aree in cui sono ancora presenti le condizioni idonee alla sua sopravvivenza, anche attraverso il trasferimento di colonie da siti profondi in altri superficiali, impiegando tecnologie innovative.

#### **Materiali e metodi**

A tale scopo è stata realizzata una nuova struttura (modulo diffusione planule-MDP) nella quale trasferire colonie di corallo rosso. L'MDP può essere "affiancato" a siti in cui è presente il corallo superficiale (Cerrano *et al.*, 2000). Rispetto a strutture analoghe precedenti, l'MDP da noi ideato ospita un numero maggiore di colonie (fino a 80) che possono essere agevolmente osservate e misurate; i costi di costruzione, di movimentazione e di gestione della struttura sono modesti. L'MDP è una struttura in pietra, del peso di circa 800 kg così costituita: basamento, montanti e pannelli (Fig. 1). La struttura dovrebbe permettere lo sviluppo di eventuali nuove colonie nei pannelli intercettori, tenuto conto che le planule di corallo spesso si fissano nei pressi della colonie madri (Abbiati *et al.*, 1993). I pannelli possono essere trasferiti facilmente in altri siti. La struttura è stata collocata in un sito della zona B dell'Area Marina Protetta di Capo Caccia-Isola Piana, ad una profondità di 27 m, in prossimità di una parete rocciosa che ospita naturalmente colonie superficiali di corallo. Per la sperimentazione, tenuto conto delle osservazioni sulla frammentazione del corallo (Russo, 2003), sono stati utilizzati 60 apici di colonie di corallo di nessun valore commerciale. Tale scelta ha permesso, inoltre, di assicurare una fonte abbondante di materia

prima senza intaccare alcun popolamento di corallo. Gli apici di corallo utilizzati, infatti, sono stati recuperati dai frammenti di rami pescati nel mare di Alghero da un corallaro nel settembre 2003 su un fondale di 115 metri. Dopo il trasporto in laboratorio gli apici di corallo sono stati sistemati in acquario e tenuti in condizioni controllate.

Durante la permanenza in acquario gli apici sono stati collocati nei pannelli ospitanti. Successivamente 32 colonie sono state trasferite in mare, il fissaggio ai pannelli è stato consolidato utilizzando un collante bicomponente (Jam), che solidifica in acqua nell'arco di 8-12 ore, quindi affondate e fissate sull'MDP.

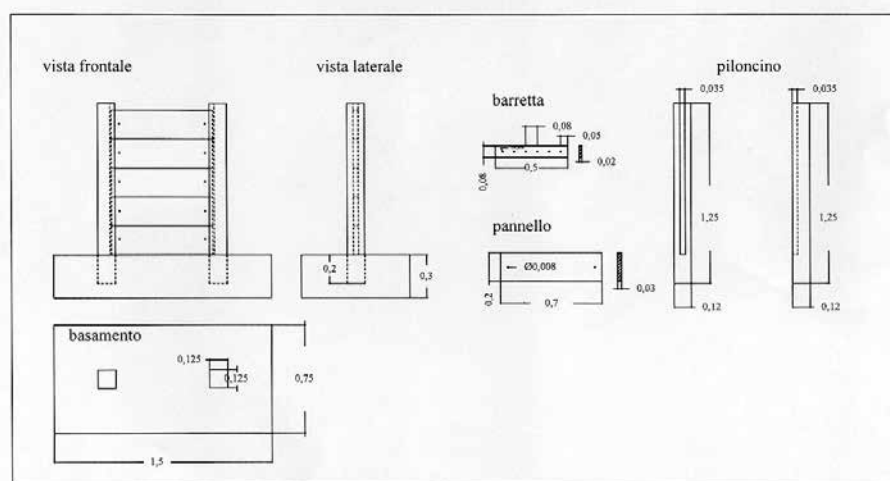


Fig. 1 - Schema della struttura MDP ideata.

*Scheme of the structure of the MDP built.*

## Risultati

La fase di mantenimento in acquario, durata circa 5 mesi, si è svolta con successo. Le condizioni ambientali a cui sono stati sottoposti gli apici di corallo (temperatura 15 °C, salinità 37‰, ossigeno 7,5-8 mg/l, illuminazione lux 1,25) e l'alimentazione con naupli di *Artemia salina* hanno permesso una percentuale di sopravvivenza pari al 100%, verificata attraverso osservazioni quotidiane dell'apertura dei polipi. Il monitoraggio degli apici di corallo fissati sulla struttura MDP affondata nel sito sopra indicato, ha evidenziato come l'apertura dei loro polipi corrispondesse, di norma, a quella dei polipi delle colonie presenti nella vicina parete rocciosa.

Il monitoraggio svolto in occasione della collocazione delle ultime 5 barrette "madri" ha mostrato come almeno il 50% delle colonie già trasferite fosse vivo e il cenosarco non presentasse danni. Per una colonia è stata osservata la formazione di placca basale di 1 cm circa di diametro.

## Conclusioni

La messa a punto di una struttura modulare “leggera”, capace di ospitare, su apposite barrette, un buon numero di colonie di corallo, è stata conseguita con successo. La stabilità e la funzionalità del modulo, sia per quanto attiene le modalità di assemblaggio, sia per quanto riguarda la possibilità di montaggio e smontaggio delle piastre, funzionale al trasferimento delle medesime in altri siti, si è rivelata valida. Il modulo ospita attualmente 32 colonie di corallo; la capacità totale è, però, come già detto, molto più ampia (circa 80 colonie) e consente, a conferma della modularità del sistema, ulteriori successivi interventi. La praticità del modulo per lo svolgimento delle necessarie osservazioni e misurazioni delle singole colonie si è rivelata ottimale, in quanto l’attività dei ricercatori risulta notevolmente agevolata dalla forma a “lavagna” del modulo. Sarà opportuno procedere, quindi, ad ulteriori osservazioni sia per verificare la vitalità delle colonie in un lasso di tempo maggiore, sia per osservare gli eventuali effetti diffusivi nell’ambiente circostante. In conclusione si può affermare che l’MDP possa trovare impiego per avviare tentativi finalizzati alla conservazione di *C. rubrum* in siti superficiali.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Giovanni Fulvio Russo (Università di Napoli “Parthenope”, Dipartimento Ambiente e Qualità della Vita) per la preziosa collaborazione.

## Bibliografia

- ABBIATI M., SANTANGELO G., NOVELLI S. (1993) – Struttura genetica di popolazione del Gorgonaceo *Corallium rubrum* (L.). In: Cicogna F., Cattaneo-Vietti R. (eds), *Il Corallo rosso in Mediterraneo: Arte, Storia e Scienza*, Min. Ris. Agr. Al. For., Roma: 181-190.
- CERRANO C., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G., CICOGLIA F. (2000) - Nuovi metodi di trapianto per il corallo rosso del Mediterraneo. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **64-65**: 73-82.
- RUSSINO G.A., CHESSA L.A. (1989) – *Vita sotto il mare di Alghero*. La Celere Ed., Alghero: 184 pp.
- RUSSINO G.A., VITALE L. (2000) – *Grotte Sommerse*. La Celere Ed., Alghero: 157 pp.
- RUSSO G.F. (2003) – Esperienze di allevamento in acquario del corallo rosso. In: *Nuove frontiere per il Corallo rosso. Atti del Convegno Internazionale, Porto Conte Ricerche, Alghero*: 85-102.

Progetto finanziato da: Fondazione Banco di Sardegna.

G.F. RUSSO, G. VILLANI\*

Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Università di Napoli "Parthenope",  
Via A. De Gasperi, 5 - 80133 Napoli, Italia.  
giovanni.russo@uniparthenope.it

\*C.N.R., Istituto di Chimica delle Molecole di Interesse Biologico, Pozzuoli (NA), Italia.

## DIFFUSIONE NEL TIRRENO CENTRALE DELLA SPECIE ALLOCTONA *PERCNON GIBBESI* (DECAPODA, GRAPSIDAE)

### *SPREADING OF THE ALLOCHTHONOUS SPECIES PERCNON GIBBESI IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA*

#### **Abstract**

*The allochthonous subtropical crab Percnon gibbesi (Decapoda, Grapsidae) is rapidly expanding its distribution in the Mediterranean Sea. The first records for the Central Tyrrhenian, from the coasts of Cilento to the Pontine Islands, are reported with some observations on the habitat of the species.*

**Key-words:** *Percnon gibbesi, first record, marine crustaceans.*

#### **Introduzione**

Il grapside subtropicale *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) è stato rinvenuto per la prima volta in Mediterraneo nel 1999, alle Isole Baleari e lungo le coste dell'isola di Linosa (Garcia e Reviriego, 2000; Relini *et al.*, 2000). Secondo alcuni autori (Pipitone *et al.*, 2001), si tratterebbe di un caso di colonizzazione recente del Mediterraneo da parte di elementi provenienti dall'Atlantico, via Gibilterra, piuttosto che dall'Indo-Pacifico, dove vive una specie molto simile, *P. planissimum* (Herbst, 1804), con la quale si potrebbe confondere.

Dopo la prima segnalazione, la specie è stata rinvenuta in diverse altre località del Mediterraneo centro-meridionale, dalle coste siciliane alle Baleari, alla Sardegna meridionale (Galil *et al.*, 2002). Nella presente nota sono riportati i primi rinvenimenti di questa specie in diverse località lungo le coste e le isole del Tirreno Centrale.

#### **Materiali e metodi**

La verifica tempestiva delle segnalazioni di pescatori e subacquei ha consentito di seguire, nell'estate del 2003, la rapida espansione di questo granchio dalle coste del Cilento a quelle dei golfi di Salerno e Napoli, fino all'Arcipelago Pontino.

#### **Risultati**

In Tab. 1 vengono riportate le prime segnalazioni nelle diverse località della costa e delle isole.

Dovunque sono stati osservati gruppi sparsi e non molto numerosi (non più di una dozzina d'individui) del granchio, assembrati in ambienti molto superficiali (entro i primi 5 m di profondità), caratterizzati da piccoli blocchi di frana e da pietraie a grossi ciottoli. Nelle strette fessure e cavità tra i blocchi ed i ciottoli, i granchi

si riparavano sfruttando il caratteristico appiattimento del corpo. E' stata osservata un'attività prevalentemente crepuscolare e notturna, durante la quale i granchi, molto rapidi e diffidenti, uscivano dai nascondigli per brucare la copertura algale.

Tab. 1 - Segnalazioni di *Percnon gibbesi* nel Tirreno centrale. (\*) femmine ovigere.

*Records of Pernon gibbesi in the central Tyrrhenian. (\*) ovigerous females.*

| Località                         | Sito                    | Data               |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1) S. Maria di Castellabate (SA) | Punta Licosa            | Luglio 2003        |
| 2) Costiera amalfitana (SA)      | Terra Isca              | Luglio 2003        |
| 3) Isola d'Ischia (NA)           | Cartaromana             | Luglio 2003        |
| 4) Isola di Procida (NA)         | Chiajolella, lato Sud   | Luglio 2003        |
| 5) Isola di Capri (NA)           | Marina Grande, lato Est | Agosto 2003 (*)    |
| 6) Isola di Ventotene (LT)       | Parata Grande           | Settembre 2003     |
| 7) Isola di Santo Stefano (LT)   | Approdo, lato Ovest     | Settembre 2003 (*) |

## Conclusioni

Queste osservazioni, insieme a quelle effettuate in altre aree del Mediterraneo (Pipitone *et al.*, 2001), da un lato confermano per *Percnon gibbesi* i tratti tipici del ciclo biologico delle specie invasive, come l'elevato potenziale riproduttivo e la notevole capacità di dispersione e, dall'altro, suggeriscono che la presenza in Mediterraneo di questi granchi sia per ora limitata ad habitat molto superficiali e ben circoscritti.

## Ringraziamenti

Si ringraziano i Sigg. Vincenzo Di Luccia (S. Maria di Castellabate), Pasquale Vassallo (Ischia), Pasquale Sansone (Napoli).

## Bibliografia

- GALIL B., FROGLIA C., NOEL P. (2002) - *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 2. Crustaceans: decapods and stomatops*. CIESM Publishers, Monaco: 192 pp.
- GARCIA L., REVIRIEGO B. (2000) - Presència del cranc subtropical *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) a les Illes Balears. Primera cita a la Mediterrània occidental. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, **43**: 81-89.
- PIPITONE C., BADALAMENTI F., SPARROW A. (2001) - Contribution to the knowledge of *Percnon gibbesi* (Decapoda, Grapsidae), an exotic species spreading rapidly in Sicilian waters. *Crustaceana*, **74** (10): 1009-1017.
- RELINI M., ORSI L., PUCCIO V., AZZURRO E. (2000) - The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean. *Sci. Mar.*, **64** (3): 337-340.

M. SCAPOLATEMPO, C. SOLUSTRI\*, B. SABELLI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università degli Studi di Bologna,  
Via Selmi, 3 – 40126 Bologna, Italia.

\*I.S.MAR.-C.N.R., Sezione di Ancona, Largo Fiera della Pesca, 1 – 60125 Ancona, Italia.  
sabelli@alma.unibo.it

## OSSERVAZIONI ISTOLOGICHE SUL CICLO RIPRODUTTIVO DI *ANADARA DEMIRI* (PIANI, 1981) (BIVALVIA, ARCIDAE) IN ADRIATICO CENTRALE

### *OBSERVATIONS ON REPRODUCTIVE CYCLE OF ANADARA DEMIRI (PIANI, 1981) (BIVALVIA, ARCIDAE) IN THE CENTRAL ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*Monthly samples of Anadara demiri (Piani, 1981) were obtained from the Central Adriatic Sea, at a depth of 12 metres. A minimum of 30 specimens with a size range between 4 mm and 38 mm were randomly selected from each sample. Histological samples were prepared using standard techniques, in order to estimate the reproductive cycle of the species. Contrarily to the congeneric species, Anadara inaequalis, whose reproductive period occurs during the summer, A. demiri seems to have two different reproductive periods: one before and one after the summer. The greater temporal extent of A. demiri reproductive period of could be account for the fast colonization of the entire Adriatic by this extra-Mediterranean species.*

**Key-words:** *Anadara demiri, bivalvia, histology, reproduction, Adriatic Sea.*

#### **Introduzione**

*Anadara demiri* (Piani, 1981), benchè originaria dell'Indopacifico, è ormai divenuta specie comune nel bacino del Mediterraneo (Demir, 1977; Zenetos, 1994; Morello e Solustri, 2001; Morello *et al.*, 2004). Nonostante la probabile introduzione accidentale per apporto antropico, essa ha dimostrato una buona capacità di adattamento espandendosi rapidamente nel nuovo ambiente. Non avendo nessuna importanza commerciale, il suo ciclo riproduttivo non è stato oggetto di studio. La sua conoscenza potrebbe invece spiegare la rapida diffusione che la specie ha avuto in Adriatico, dove inoltre, condivide l'ambiente con la congenera *Anadara inaequalis* (Bruguère, 1789), anch'essa specie non-nativa e presente in Mediterraneo da oltre un trentennio (Ghisotti, 1973). Sono di seguito discusse le osservazioni preliminari effettuate sulle gonadi di *A. demiri* nell'arco di un anno.

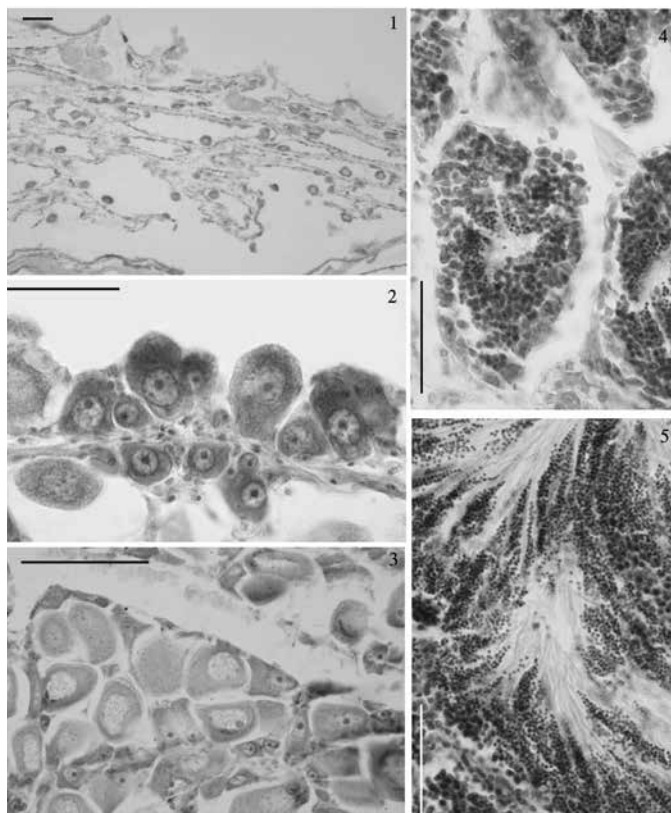
#### **Materiali e metodi**

Campioni di *A. demiri* sono stati prelevati con cadenza mensile tra aprile 2003 e marzo 2004 in alcune località dell'Adriatico centrale, tra Ancona e San Benedetto del Tronto, alla batimetrica dei 12 metri con draga Charcot (40 × 20 cm) o, in alternativa, con draga idraulica (utilizzata per la pesca delle vongole, *Chamelea gallina*). Per ogni campione sono stati selezionati casualmente almeno 30 esemplari, suddivisi per gruppi di taglia: inferiori ai 10 mm, tra i 10 ed i 20 mm, superiori ai 20 mm. Essi, una volta fissati in liquido di Bouin, sono stati inclusi in Paraplast Plus per allestirne dei preparati istologici secondo le usuali tecniche (Beccari e Mazzi, 1966).



## Risultati

Le gonadi, in sezione sagittale, appaiono organizzate in acini e si estendono dorsalmente sotto il mantello, dal muscolo adduttore anteriore a quello posteriore, approfondendosi nel sacco dei visceri fra le anse intestinali e i tubuli dell'epatopancreas.



Figg. 1-5 - *Anadara demiri*, gonadi in sezioni sagittali. Ovari con acini svuotati (Fig. 1) con piccoli ovociti in 1° periodo di accrescimento (P.A.) e grossi ovociti che hanno già superato il 2° P.A. (Fig. 2), con ovociti in 3° P.A. (Fig. 3). Testicoli con acini con spermatociti I e II circondati da spermatogoni (Fig. 4), con spermi al centro (Fig. 5). Colorazione emallume di Mayer-eosina gialla. Barra di calibrazione 1,3: 100  $\mu$ m; 2,4,5: 50  $\mu$ m.

*Anadara demiri*, sagittal sections of gonads. Ovaries with empty acinus (1), small oocytes (1<sup>st</sup> growth period) and large oocytes overcome 2<sup>nd</sup> growth period (2), oocytes during 3<sup>rd</sup> growth period (3). Testicles: acinus with spermatocytes I and II surrounded by spermatogonia (4), sperms in the centre (5). Coloration: Mayer's haemalum-yellow eosin. Bar 1,3: 100  $\mu$ m; 2,4,5: 50  $\mu$ m.

Nelle femmine l'attività degli ovari mostra un andamento stagionale. Nei mesi di agosto e settembre gli acini appaiono svuotati, con qualche raro ovocito residuo (Fig. 1). A partire da novembre gli ovari hanno già ricostituito la popolazione germinale data, per la maggior parte, da ovociti che hanno già superato il

Il periodo d'accrescimento (P.A.) e stanno perdendo la forte basofilia del citoplasma. In queste femmine si individuano anche alcuni ovociti intensamente basofili e, a forte ingrandimento, piccoli ovociti in I (P.A.) (Fig. 2). A dicembre e gennaio la maggior parte della popolazione germinale (Fig. 3) è data da ovociti in III (P.A.), con citoplasma eosinofilo, alcuni di essi sono a uno stadio più avanzato e presentano nel citoplasma globuli di tuorlo. A febbraio, negli stessi ovari, sono presenti contemporaneamente acini che contengono ovociti con globuli di tuorlo, acini lacunosi ed acini con ovociti che hanno già superato il II (P.A.). I quadri istologici osservati a marzo sono paragonabili a quelli di novembre, con ovari fortemente espansi nel sacco dei visceri e ricchi di acini strettamente ravvicinati tra loro. Nei mesi di aprile e maggio i quadri istologici sono invece paragonabili a quelli di dicembre e gennaio, con comparsa di ovociti con globuli di tuorlo e circondati da ovociti eosinofili. A giugno gli acini appaiono lacunosi, con pochi ovociti a vari stadi di sviluppo a ridosso della parete dell'acino.

Le femmine di taglia tra i 10 ed i 20 mm mostrano una più intensa attività ovogenetica nei mesi di aprile e dicembre, mentre le femmine di taglia superiore ai 20 mm mostrano tale intensificazione dell'attività ovogenetica a maggio e gennaio.

Nei maschi l'attività spermatogenetica stagionale si configura con differenze quantitative nella produzione di spermatociti, spermatidi e spermatozoi che sono presenti in tutti i mesi. In agosto la maggioranza degli acini (Fig. 4) mostra spermatogoni alla periferia che circondano spermatociti I e II disposti verso il centro. Rari sono gli acini che al centro mostrano spermatidi e spermatozoi. Da settembre ad ottobre il numero di acini con al centro spermatidi e spermatozoi aumenta rispetto a quelli con soli spermatogoni e spermatociti. A novembre la maggioranza degli acini (Fig. 5) contiene al proprio centro spermatozoi. Nei mesi successivi (gennaio e febbraio) gli acini sono ricchi di spermatogoni e spermatociti, a marzo i quadri istologici osservati sono paragonabili a quelli di novembre. Da aprile a giugno tornano a prevalere gli acini contenenti spermatogoni e spermatociti. Nei mesi di marzo e novembre la produzione di spermatozoi si è riscontrata sia in maschi di piccola taglia (4 mm), che di grossa taglia (38 mm).

## Conclusioni

Il fatto di avere osservato ovociti con globuli di tuorlo in aprile-maggio e dicembre-gennaio, associato al fatto di aver osservato ovari "svuotati" nei mesi estivi, fa ritenere che i periodi di deposizione possano coincidere con i mesi sopra citati. *A. demiri* sarebbe, quindi, una specie a deposizione frazionata con due distinti periodi riproduttivi nell'arco dell'anno. Rispetto all'ovogenesi, la spermatogenesi non sembra avere momenti di pausa e sembra raggiungere la massima intensità in modo anticipato: la maggior produzione di spermatozoi è infatti osservabile in marzo e novembre.

Per ottenere una maggiore definizione del ciclo riproduttivo della specie occorrerebbe esaminare campioni settimanali nei presunti mesi di deposizione.

Il periodo riproduttivo più ampio di *A. demiri* rispetto a quello di *A. inaequalis* (limitato alla stagione estiva; Corni e Cattani, 1990; Frogliani *et al.*, 1998) potrebbe costituire, nella competizione tra le due specie, un vantaggio per *A. demiri* ed una spiegazione alla rapida colonizzazione dell'intero Adriatico da parte di questa specie non-nativa del Mediterraneo.

### Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare il Dr. Carlo Froglià (CNR-ISMAR, Ancona) per aver messo a disposizione il materiale oggetto del presente studio.

### Bibliografia

- BECCARI N., MAZZI V. (1966) – *Manuale di tecnica microscopica*. Società Editrice Libreria: 366 pp.
- CORNI M.G., CATTANI O. (1990) – Aspects of gonadomorphogenesis and reproductive cycle of *Scapharca inaequivalvis* (Brug.) (Bivalvia: Arcidae). *J. Shellfish Res.*, **8** (2): 335-344.
- DEMIR M. (1977) - On the presence of *Arca* (*Scapharca*) *amygdalum* Philippi, 1847 (Mollusca: Bivalvia) in the harbour of Izmir, Turkey. *Istanbul Universitesi Fen Fakultesi Mecmuasi Ser B*, **42**: 197-202.
- FROGLIA C., POLENTA R., ARNERI E., ANTOLINI B. (1998) - Osservazioni sulle fluttuazioni del reclutamento di *Anadara inaequivalvis* (Bruguiera, 1789) e *Chamelea gallina* (L., 1758) nel medio Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **5**: 290-298.
- GHISOTTI F. (1973) – *Scapharca* cfr *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterraneo. *Conchiglie*, **9** (3-4): 68.
- MORELLO E.B., SOLUSTRI C. (2001) – First record of *Anadara demiri* (Piani, 1981) in Italian waters. *Boll. Malac.*, **37**: 231-234.
- MORELLO E.B., SOLUSTRI C., FROGLIA C. (2004) – The alien bivalve *Anadara demiri* (Arcidae): a new invader of the Adriatic Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **84** (5): 1057-1064.
- ZENETOS A. (1994) - *Scapharca demiri* (Piani, 1981): first finding in the north Aegean Sea. *The Shell*, **271**: 37-38.

R. SCONFIIETTI, F. MANGILI, D. SAVINI, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Lab. Ecologia, Dip. Genetica e Microbiologia, Università di Pavia,  
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.  
sconfeco@unipv.it

DIFFUSION OF THE ALIEN SPECIES *CAPRELLA SCAURA*  
TEMPLETON, 1836 (AMPHIPODA: CAPRELLIDAE)  
IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA

*DIFFUSIONE DELLA SPECIE ALLOCTONA CAPRELLA SCAURA*  
*TEMPLETON, 1836 (AMPHIPODA: CAPRELLIDAE)*  
*NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE*

**Abstract**

*In 1994 a new caprellid for the Mediterranean Sea has been collected in the lagoon of Venice: Caprella scaura (Amphipoda: Caprellidae), which is well diversified from the species previously known. In 2001 the presence of this alien species was confirmed for the lagoons of Venice and Grado-Marano and for the artificial reefs facing the Cesenatico littoral in Emilia-Romagna. From recent investigations in 2004 it appears to be abundant also within the port of Ravenna. We expect a slow but progressive spreading of this euriectic species in other lagoons and coastal habitats.*

**Key-words:** introduced species, lagoons, artificial reef, benthos, harbours.

**Introduction**

Northern Adriatic lagoons host rich and diversified communities of peracarid crustaceans whose amphipods constitute the most abundant taxon. Caprellids are represented only by the genus *Caprella* with two species: *C. dilatata* Kröyer and *C. equilibra* Say (Krapp-Schickel, 1993). The first lives in sectors of major tidal exchange, the second is a true lagoon species, present in all sectors except in very low salinity zones. *C. dilatata* has a strong frontal rostrum and round gills, whereas *C. equilibra* does not show the rostrum and bears oval gills.

**Results**

*The first record*

During the spring of 1994 in the lagoon of Venice a third species of caprellid *C. scaura* Templeton, new for the Mediterranean and of Asian origin, has been found. The following bimonthly sampling campaigns conducted till 1995 by our laboratory in the central basin of Malamocco revealed frequency and abundance values consistent with a stable presence and a distribution partially overlapping that of *C. equilibra* (Sconfiatti and Danesi, 1996).

*C. scaura* diagnostic features are well evident and allow an easy distinction from the other two native caprellids: the new species has a rostrum similar to *C. dilatata*, but oval gills like *C. equilibra* (Fig. 1). Based on this clear distinctive characters, it is possible to state with certainty that *C. scaura* was absent in our samples collected before 1994.

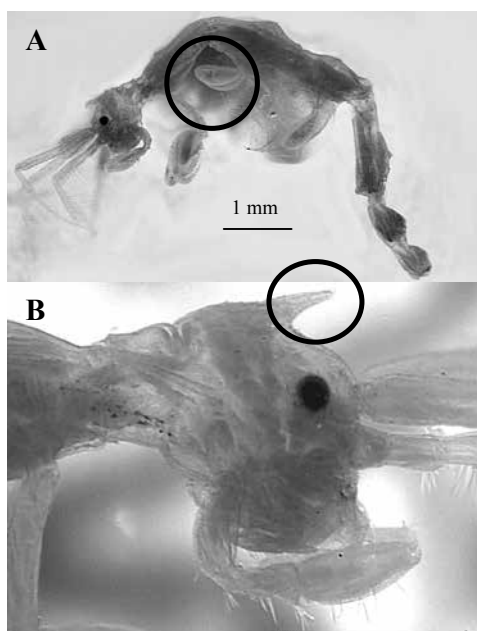


Fig. 1 - *Caprella scaura*. (A) in toto with the oval gills. (B) the head with the rostrum.  
*Caprella scaura*. (A) in toto con le branchie ovali. (B) la testa con il rostro.



Fig. 2 - *C. scaura* records in the Northern Adriatic Sea.  
*Segnalazioni di C. scaura in Nord Adriatico.*

### Further lagoon records

During the following years, a few individuals of *C. scaura* were found also in the lagoon of Grado-Marano: in 1997 near the port mouth of Grado, in 1998 in the middle of the lagoon facing the Natissa river outlet and more recently, in 2001, in an internal zone of the Porto Buso basin. Its presence in different years excludes the possibility of an accidental record, nevertheless the distribution of the species in the lagoon remains uncertain. Its diffusion and abundance, together with *C. equilibra*, in the lagoon of Venice was confirmed in the years 2000-2001.

### Recent records in marine areas

In 2001 a few specimens of *C. scaura* were found on the artificial limestone reefs facing the beaches of Cesenatico (Emilia-Romagna) and a larger population in March 2004 during a survey within the port of Ravenna. A marked allometrical growth of the first two body articles was detected in some large males over 2 cm length, showing the same growth pattern known for *Caprella equilibra* (Sconfietti and Luparia, 1995). These repeated findings in the Northern Adriatic (Fig. 2) suggest that the alien caprellid has successfully acclimated in the area.

### Conclusions

*Caprella scaura* is worldwide distributed, as confirmed by different authors (McCain, 1968; Guerra Garcia and Thiel, 2001; Guerra Garcia and Takeuchi, 2003). It is also included in the NAS (Nonindigenous Aquatic Species) database (<http://nas.er.usgs.gov/>) of the United States Geological Survey, located at the Center for Aquatic Resource Studies in Florida.

As other caprellids, the euriecious *C. scaura* shows direct development and lives tightly anchored to various substrata; therefore it is possible that both its arrival and its northern (Grado-Marano) and southern (Ravenna and Cesenatico) diffusion from the inoculation point, that is likely to be the lagoon of Venice, are due to a passive transportation as component of the fouling community of vessels.

In relation with the availability of hard substrata, we are expecting a slow but progressive diffusion of this species towards other lagoons and littoral habitats.

### References

- GUERRA GARCIA J.M., THIEL M. (2001) - La fauna de caprélidos (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) de le costa de Coquimbo, centro-norte de Chile, con una clave taxonomica para la identification de las especies. *Rivista Chilena de Historia Natural*, **74**: 873-883.
- GUERRA GARCIA J.M., TAKEUCHI I. (2003) - The Caprellidae (Malacostraca: Amphipoda) from Mirs Bay, Hong Kong, with the description of a new genus and two new species. *Journal of Crustacean Biology*, **23**: 154-168.
- MCCAIN J.C. (1968) - The Caprellidae (Crustacea: Amphipoda) of the Western North Atlantic. *Bulletin of the United States National Museum*, **278**: 1-157.
- KRAPP-SCHICKEL G. (1993) - *Caprellidea*. In: Ruffo S. (ed), *The Amphipoda of the Mediterranean Part 3. Mem. Inst. Ocean. Monaco*, **13**: 773-813.
- SCONFIETTI R., LUPARIA P. (1995) - Population Ecology of the Amphipod *Caprella equilibra* Say in a Lagoon Estuary (Northern Adriatic Sea, Italy). *Marine Ecology*, **16** (1): 1-11.
- SCONFIETTI R., DANESI P. (1996) - Variazioni strutturali in comunità di Peracaridi agli estremi opposti del bacino di Malamocco (laguna di Venezia). *S.It.E. Atti*, **17**: 407-410.



D. SCUDERI, G.F. RUSSO\*

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Catania, Via Androne, 81 - 95124 Catania, Italia.

\*Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Università di Napoli "Parthenope", Napoli, Italia.

PRIMA SEGNALEZIONE DI *APLYSIA DACTYLOMELA* RANG,  
1828 E PROBABILE PRESENZA DI *SYPHONOTA GEOGRAPHICA*  
(ADAMS E REEVE, 1850) (GASTROPODA: OPISTHOBRANCHIA:  
ANASPIDEA) PER LE ACQUE DEL MEDITERRANEO

*FIRST RECORD OF APLYSIA DACTYLOMELA RANG, 1828 AND  
PROBABLE PRESENCE OF SYPHONOTA GEOGRAPHICA  
(ADAMS E REEVE, 1850) (GASTROPODA: OPISTHOBRANCHIA:  
ANASPIDEA) FOR THE MEDITERRANEAN SEA*

**Abstract**

*The presence of the anaspidean opisthobranch Aplysia dactylomela Rang, 1828, whose distribution is extended to the tropical and sub-tropical waters of the world, is for the first time reported for the Mediterranean. One single living specimen of this species was found in a pool of the eastern coast of Sicily, Italy. Due to the lacking of previous findings in the Mediterranean, it is difficult to ascertain whether it is a typical lessepsian alien species, penetrating from the Red Sea via the Suez Canal, or from the Atlantic. A third possibility is the introduction by human activities. The presence of Syphonota geographica is also hypothesized on the basis of some pictures where it was erroneously reported as Petalifera petalifera.*

**Key-words:** Aplysia dactylomela, Syphonota geographica, introduced species, marine molluscs.

**Introduzione**

Recentemente, attraverso una relativamente lunga serie di contributi scientifici, è stata posta in risalto la maggiore frequenza di penetrazione di organismi alloctoni all'interno del Mediterraneo: fra questi i Molluschi marini rappresentano uno dei gruppi animali meglio rappresentati. La stesura di un atlante relativo a questo peculiare fenomeno ad opera della CIESM (Zenetos *et al.*, 2002) ha tradotto la sentita necessità di una migliore conoscenza di tali organismi e della loro condizione nel nostro mare. La quasi totalità delle segnalazioni, però, è sempre avvenuta in aree prossime ai due punti d'ingresso in Mediterraneo, rispettivamente al confine col Mar Rosso (Turchia, Cipro, Libano, Israele, ecc.) e, dall'altra parte, con l'Oceano Atlantico (Ceuta, Marocco, Spagna meridionale). Fanno eccezione quei rinvenimenti di organismi alloctoni penetrati accidentalmente tramite apporto antropico: in questi casi l'invasione prosegue in maniera anomala, irradiandosi da luoghi virtualmente lontani dalle classiche aree d'ingresso. Un esempio tipico è rappresentato dai molluschi *Brachidontes pharaonis* (Fischer, 1870) e *Cerithium scabridum* (Philippi, 1848), segnalati per la Sicilia diversi anni prima della loro effettiva invasione lessepsiana proseguita dalla parte orientale del bacino (ma come facciamo ad essere certi che queste specie non fossero già là e che nessuno le avesse ancora viste? Fanno fede gli studi malacologici precedenti che partono da duecento anni prima: comunque ciò è già spiegato dagli autori citati) (Di Geronimo, 1971; Piani, 1980/83).



Il presente lavoro segnala la presenza in Mediterraneo di due molluschi opistobranchi anaspidei, *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 e *Syphonota geographica* (Adams e Reeve, 1850), quest'ultima ancora di incerta determinazione, osservati e fotografati lungo le coste siciliane e che non sono mai stati rinvenuti prima né nell'area di Gibilterra, né in quella di Suez. Per questo motivo si delinea per queste due specie un'ipotesi di trasporto antropico, che spiegherebbe l'anomalia geografica di tali rinvenimenti.

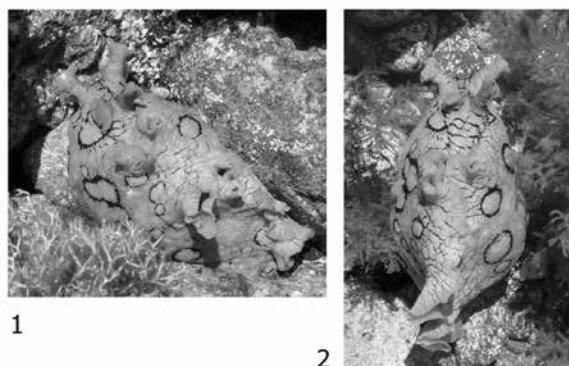


Fig. 1, 2 - *Aplysia dactylomela*, Acitrezza (CT), lunghezza 230 mm.  
*Aplysia dactylomela*, Acitrezza (CT), length: 230 mm.

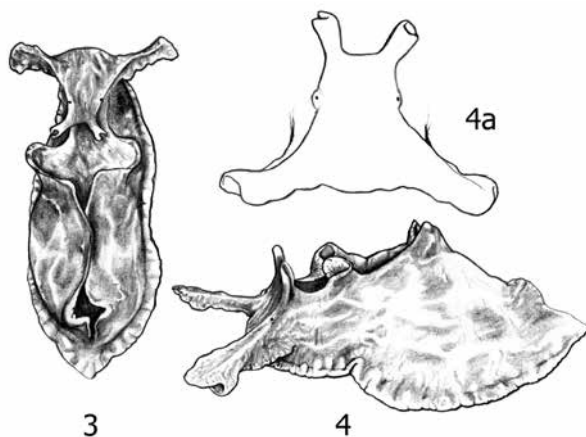


Fig. 3, 4 - *Syphonota geographica*, Stretto di Messina, lunghezza circa 30 mm.  
*Syphonota geographica*, Messina Strait, length: rather 30 mm.

## Materiali e metodi

L'unico individuo di *A. dactylomela* è stato rinvenuto vivente nella mattinata del 23 ottobre 2003, lungo il litorale sud di Acitrezza, all'interno della Riserva Marina "Isola Lachea e Faraglioni dei Ciclopi" (Catania), in una pozza di sco-

glieria collegata col mare aperto (profondità 0,10-0,20 m), fotografato nel suo ambiente e quindi in seguito determinato. *S. geographica* è stata fotografata nello Stretto di Messina, alla profondità di pochi metri, nel dicembre 2001: apparsa in foto in Costa *et al.* (2002) come *Petalifera petalifera* (Rang, 1828), è stata determinata dal primo autore di questa nota e successivamente qui segnalata, grazie alla gentile collaborazione degli autori del libro suddetto.

## Risultati e conclusioni

La famiglia Aplysiidae in Mediterraneo è costituita da 5 specie di *Aplysia*, suddivise in tre sottogeneri e riviste da Bebbington (1970). Quest'ultimo, pur non citando *A. dactylomela* fra le specie del genere *Aplysia* trattate, le distingue in due gruppi: uno caratterizzato da parapodi uniti posteriormente in posizione mediana (*A. depilans*, *A. juliana*, *A. parvula*, *A. punctata*) e l'altro con i parapodi uniti posteriormente ma più in basso, verso la parte finale del piede, rappresentato dalla sola *A. fasciata*. *A. dactylomela* appartiene proprio a quest'ultimo gruppo; si distingue facilmente da tutte le altre specie del genere già per la sola colorazione, chiara con cerchi e strisce scure.

L'individuo rinvenuto ad Acitrezza pascolava in 20-30 cm d'acqua, tra scogli lavici con abbondante copertura algale. Quest'area non è nuova a segnalazioni, anche recenti, di organismi alloctoni, che vi hanno trovato condizioni idonee per l'insediamento: fra i molluschi il nudibranco *Melibe fimbriata* (Scuderi e Russo, 2003), riportato per la prima volta per le acque italiane.

Nelle più recenti check-list dei molluschi del Mediterraneo non si trova notizia di *A. dactylomela*: quella degli opistobranchi della Sicilia (Cattaneo-Vietti e Chemello, 1987), quella dei molluschi marini del Mediterraneo (Sabelli *et al.*, 1990) e quella dei conchiferi marini del Mediterraneo (Chiarelli, 1999). La specie, inoltre, non compare nell'Atlante CIESM delle specie alloctone (<http://www.ciesm.org/atlas>). Tuttavia, all'interno di una recente guida fotografica ai molluschi opistobranchi del Mediterraneo (Trainito, 2003), la specie viene citata per l'isola di Lampedusa, ma tale semplice citazione non può essere equiparata ad una vera segnalazione poiché non viene fatta alcuna descrizione dei caratteri morfologici distintivi della specie, né vengono riportate informazioni dell'ambiente di rinvenimento. *A. dactylomela* è specie a distribuzione circumtropicale; per l'Atlantico occidentale Marcus (1972) cita la specie come non comune in Brasile, ma ne ipotizza la presenza anche più a sud, sebbene in assenza di dati oggettivi.

Del tutto nuovo per il Mediterraneo, invece, risulta il genere *Syphonota*, che annovera specie tropicali caratterizzate, rispetto ad *Aplysia*, dai rinofori più ravvicinati tra loro ed arretrati, in posizione mediana rispetto ai parapodi. *Syphonota* va ad aggiungersi ad *Aplysia*, come secondo genere della famiglia Aplysiidae in Mediterraneo (dopo che il genere *Bursatella*, anch'esso alloctono, è stato spostato nella famiglia Notarchidae). Sulla determinazione a livello specifico degli esemplari del Mediterraneo (*S. geographica*) permangono però ancora dei dubbi, poiché il riconoscimento non è stato eseguito su esemplari raccolti, ma sulla base di foto d'individui scattate nello Stretto di Messina.

Per quanto riguarda la provenienza delle due specie, risulta ancora problematica la sua definizione. *A. dactylomela* è riportata come frequente sia per l'Indo-Pacifico (Thailandia, Australia, Nuova Caledonia, Nuova Guinea, Hawaii), che per l'Atlantico (Florida, varie località caraibiche); però, sembra significativo che il

16 aprile 2001 sono stati rinvenuti e fotografati quattro esemplari nelle acque dell'isola Fuerteventura, nell'arcipelago delle Canarie (<http://www.seaslugforum.net>). Questo rinvenimento, che conferma la presenza di questa specie nell'area macaronica dopo le prime segnalazioni (Nordsieck e Garcia-Talavera, 1979), potrebbe far propendere per un suo ingresso in Mediterraneo via Gibilterra. D'altro canto, un mollusco come *A. dactylomela*, di acque superficiali e dalle ragguardevoli dimensioni, difficilmente può sfuggire al controllo oggi esercitato nelle due aree naturalmente soggette al passaggio di fauna alloctona. Pertanto, sembra più plausibile che tale specie sia stata soggetta a trasporto antropico, tramite navi o anche la commercializzazione di cassette di pesce provenienti da località extramediterranee nel mercato ittico di Acitrezza, uno fra i più importanti della Sicilia orientale.

Analoghe riflessioni potrebbero essere fatte per *S. geographica*. Infatti, se venisse confermata ufficialmente la sua identificazione da riscontri oggettivi e non solo attraverso immagini fotografiche, si tratterebbe, anche in questo caso, della prima segnalazione per le nostre coste, con elementi di anomalia geografica simili a quelli di *A. dactylomela*, il che lascerebbe supporre un medesimo tipo di diffusione in Mediterraneo.

### Ringraziamenti

Si ringraziano per aver messo a disposizione i dati su *S. geographica* il prof. Francesco Costa, ed i sig.ri Francesco Turano e Gianni Neto.

### Bibliografia

- BEBBINGTON A. (1970) - Aplysiid species from Malta with notes on the mediterranean Aplysiomorpha (Gastropoda, Opisthobranchia). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **38**: 25-46.
- CATTANEO-VIETTI R., CHEMELLO R. (1987) - Alcune considerazioni sui Molluschi Opisthobranchi della Sicilia. *Boll. Malac.*, Milano, **23** (5-8): 207-222.
- CHIARELLI S. (1999) - Nuovo catalogo delle conchiglie marine del Mediterraneo. *Società Italiana di Malacologia*, formato digitale: 110 pp.
- COSTA F., COSTA M., SALPIETRO L., TURANO F. (2002) - *Enciclopedia illustrata degli invertebrati marini*. Arbitrio Ed.: 239 pp.
- DI GERONIMO I. (1971) - Prima segnalazione sulle costa italiane di *Brachiodontes variabilis* (Krauss). *Bollettino delle sedute dell'Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania*, **10**: 847-852.
- MARCUS E. (1972) - On the Anaspidea (Gastropoda, Opisthobranchia) of the warm waters of the Western Atlantic. *Bull. Malac. Sc.*, **22** (4): 856-857.
- NORDSIECK F., GARCIA-TALAVERA F. (1979) - *Moluscos marinos de Canarias y Madera (Gastropoda)*. Aula de Cultura de Tenerife: 208 pp.
- PIANI P. (1980-83) - Catalogo dei molluschi conchiferi viventi nel Mediterraneo. *Boll. Malac.*, Milano, **16** (5-6): 113-224.
- RUDMAN W.B. (1999) - *Aplysia dactylomela* Rang, 1828. [In] *Sea Slug Forum*. <http://www.seaslugforum.net/aplydact.htm>
- SABELLI B., GIANNUZZI-SAVELLI R., BEDULLI D. (1990) - *Catalogo annotato dei Molluschi marini del Mediterraneo*. Libreria Naturalistica Bolognese, Bologna, **1-3**.
- SCUDERI D., RUSSO G.F. (2003) - Due nuovi Gasteropodi per le acque italiane: *Melibe fimbriata* Alder & Hancock, 1864 e *Tricolia tingitana* Gofas, 1982 (Mollusca: Gastropoda). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 618-621.
- THE SEA SLUG FORUM - <http://www.seaslugforum.net>
- TRAINITO E. (2003) - *Arlecchini mediterranei. Guida ai molluschi opisthobranchi del Mediterraneo*. Ed. Taphros, Olbia (SS): 59 pp.
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G. F., TEMPLADO J. (2002) - *CIESM Atlas of Exotic Species of Molluscs in the Mediterranean Sea*. In: F. Briand (ed), CIESM Publishers, Monaco, **3**.

F. SEMPRUCCI, A. GUERRINI\*, M. BALSAMO

Istituto di Scienze Morfologiche, Università di Urbino 'Carlo Bo', Via Oddi, 21 - 61029 Urbino (PU), Italia.

\*Ente Parco Regionale Veneto del Delta del Po, Ariano nel Polesine, Italia.

## DATI PRELIMINARI SULLA BIODIVERSITÀ DELLA NEMATOFAUNA DELL'ADRIATICO CENTRALE

### *PRELIMINARY DATA ON THE BIODIVERSITY OF THE NEMATODE FAUNA FROM THE CENTRAL ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*A faunistic and systematic research on the nematode communities of a coast trait of the Central Adriatic Sea (Marches, Italy) was carried out over two years. A total of 80 morphotypes of nematodes were collected and identified, belonging to 52 genera and 23 families, some of which uncommon in the Adriatic fauna. We report also the preliminary results of a quantitative analysis undertaken for verifying a possible influence of littoral, artificial reefs on the nematofauna.*

**Key-words:** *Nematoda, Adriatic Sea, taxonomy, artificial reef, meiobenthos.*

#### **Introduzione**

Le conoscenze sulla nematofauna del Mare Adriatico sono molto limitate: esse riguardano prevalentemente la parte settentrionale del bacino (Travizi e Vidakovic, 1994, 1997; Vidakovic, 1988) e quella meridionale (Sandulli *et al.*, 2002), ed hanno un approccio generalmente ecologico, solo raramente faunistico o sistematico (Travizi e Vidakovic, 1997). Per contribuire a colmare questa lacuna è stata svolta nel corso del 2003 un'indagine mirata sui popolamenti litorali a nematodi del tratto costiero marchigiano compreso tra Pesaro e Gabicce Mare (Marche, Italy), oggetto già dal 2000 di uno studio più generale sullo zoobenthos da parte del nostro gruppo di ricerca (Mosci *et al.*, 2002). Questo tratto, a costa alta e fortemente soggetto all'erosione marina, negli ultimi anni è stato interessato da molteplici interventi di difesa del litorale mediante posa di scogliere artificiali. E' stata quindi intrapresa, anche alla luce di studi recenti (Danovaro *et al.*, 2002), un'analisi per evidenziare l'eventuale influenza di queste ultime, in particolare di quelle semimerse, sulla meiofauna e sulla nematofauna dei fondi molli circostanti.

#### **Materiali e metodi**

Due campagne di campionamento, condotte rispettivamente in maggio e novembre 2003, hanno interessato la spiaggia di Fiorenzuola di Focara (Staz. 3), e quella sottostante il Monte Brisighella (Staz. 2). Nella prima sono stati esaminati due siti, uno interno (3D) e l'altro esterno (3F) alla scogliera, e posti rispettivamente a 1,5 e 2,5 m di profondità. Nella seconda, priva di scogliere, il sito di prelievo è stato uno solo, a 1.5 m di profondità. Campioni di sedimento sono stati prelevati manualmente a mezzo di carotatore (superficie 6 cm<sup>2</sup>, profondità 8 cm), trattati con MgCl<sub>2</sub> 7%, quindi fissati in formalina neutra 4% e colorati con Rosa Bengala. La meiofauna è stata estratta in gradiente di densità mediante l'uso di

Ludox-TM, e suddivisa nei taxa principali (*sorting*). Da ogni campione sono stati prelevati e studiati circa 100 esemplari di nematodi per l'analisi quali-quantitativa del taxon. L'identificazione della nematofauna è stata condotta al microscopio a contrasto di fase ed interferenziale di tipo Nomarski.

## Risultati

Sono stati rinvenuti complessivamente 59 morfotipi, 41 per ciascuno dei due campionamenti. Nel maggio 2003 erano rappresentati 29 generi e 14 famiglie, nel novembre 2003 24 generi e 16 famiglie. Aggiungendo i dati ottenuti in precedenza da campioni raccolti a circa 3 km dallo stesso tratto di costa, in sedimenti costituiti da silt medio, possiamo riportare un totale di 80 morfotipi di nematodi, appartenenti a 52 generi e 23 famiglie, e per la maggior parte identificati a livello generico o specifico. Gli Xyalidae sono la famiglia più ricca per numero di specie, seguiti da Chromadoridae e Oncholaimidae. Degna di nota è la numerosità dei generi *Oncholaimus* (*O. campylocercoides*, *O. dujardinii*, *O. oxyuris*, *O. sp.*), *Sabatieria* (*S. breviseta*, *S. fibulata*, *S. pulchra*, *S. punctata*, *S. ornata*), *Theristus* (*T. acer*, *T. curvatus*, *T. denticulatus*, *T. fistulatus*, *T. flevensis*) e *Daptonema* (*D. furcatum*).

Tab. 1 - Numero dei generi per famiglia rinvenuti in ciascun sito a maggio ed a novembre 2003, e valori degli Indici di Shannon ( $H'$ ) e Pielou ( $J$ ) riferiti rispettivamente alla meiofauna totale ed ai nematodi.

*Number of the genera per family reported for each collecting site in May and November 2003, and values of Shannon ( $H'$ ) and Pielou ( $J$ ) Indices for meiofauna and nematodes respectively.*

| Ordine               | Famiglie           | Maggio    |    |    | Novembre |    |    |
|----------------------|--------------------|-----------|----|----|----------|----|----|
|                      |                    | 3D        | 3F | 2  | 3D       | 3F | 2  |
|                      |                    | n° generi |    |    |          |    |    |
| Enoplida             | Oncholaimidae      | 2         | 1  | 3  | 2        | 2  | 2  |
|                      | Anticomidae        | 1         | -  | -  | -        | -  | 1  |
|                      | Anoplostomatidae   | -         | -  | -  | -        | -  | 1  |
|                      | Thoracostomopsidae | 1         | 2  | 1  | 2        | 2  | 1  |
|                      | Tripyloididae      | -         | 1  | -  | 1        | 1  | -  |
| Chromadorida         | Cyatholaimidae     | 2         | 2  | 2  | 1        | 2  | 2  |
|                      | Ceramonematidae    | -         | -  | -  | -        | -  | 1  |
|                      | Chromadoridae      | 4         | 1  | 3  | -        | 1  | 1  |
|                      | Desmodoridae       | 2         | -  | 1  | 1        | 2  | -  |
|                      | Microlaimidae      | 1         | -  | 1  | 1        | 1  | 1  |
|                      | Monoposthiidae     | 1         | -  | 1  | 1        | 1  | -  |
|                      | Comesomatidae      | -         | -  | 2  | 1        | 1  | 2  |
|                      | Leptolaimidae      | -         | -  | -  | 1        | -  | -  |
|                      | Selachnematidae    | -         | -  | 1  | -        | 1  | -  |
| Monhysterida         | Xyalidae           | 4         | 5  | 4  | 4        | 5  | 5  |
|                      | Axonolaimidae      | 2         | 2  | 1  | 2        | 1  | 2  |
|                      | Linhomoeidae       | 1         | -  | 1  | -        | -  | -  |
| Numero totale generi |                    | 21        | 14 | 21 | 17       | 20 | 19 |

|               |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Indici $H'/J$ | Meiofauna | 1,06/0,46 | 0,95/0,41 | 0,24/0,10 | 1,23/0,53 | 1,23/0,48 | 11,7/0,42 |
| Indici $H'/J$ | Nematodi  | 4,26/0,91 | 3,54/0,87 | 3,79/0,78 | 3,11/0,70 | 3,63/0,75 | 3,33/0,71 |

I dati quantitativi preliminari sulla comunità meiobentonica mostrano una bassa diversità della meiofauna, dovuta alla netta dominanza dei nematodi, soprattutto in maggio, dove oscilla dal 67 al 97%, ed a forti variazioni delle componenti a copepodi e gastrotrichi (Tab. 1, Figg. 1, 2).

Per la nematofauna, la famiglia Xyalidae (densità media percentuale  $50,42 \pm 17,39$ ) domina in tutti i siti ed in tutte le stagioni, seguita da Oncholaimidae (d. m. p.  $8,91 \pm 6,79$ ) ed Axonolaimidae (d. m. p.  $8,45 \pm 3,42$ ). L'indice di Shannon ( $H'$ ) ha valori bassi, specie se confrontato con altri studi sulla nematofauna, mentre l'indice di Pielou ( $J$ ) mostra un'ottima ripartizione tra i taxa all'interno della comunità (Tab. 1).

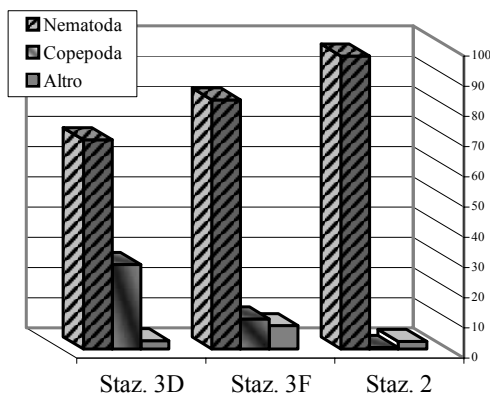


Fig. 1 - Percentuali di Nematoda e Copepoda a confronto con quella degli altri taxa meiobentonici (Altro), maggio 2003.

*Percentages of Nematoda and Copepoda compared to that of the remaining meiofauna (Altro), May 2003.*

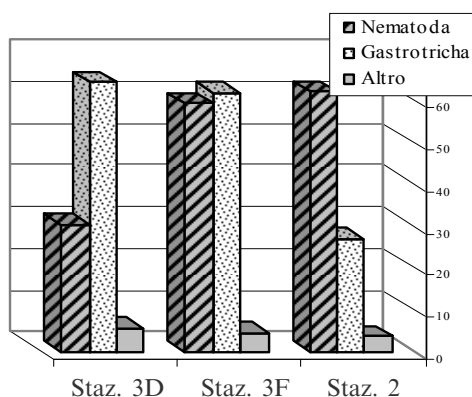


Fig. 2 - Percentuali di Nematoda e Gastrotricha a confronto con quella degli altri taxa meiobentonici (Altro), novembre 2003.

*Percentages of Nematoda and Gastrotricha compared to that of the remaining meiofauna (Altro), November 2003.*

## Conclusioni

L'analisi della comunità a nematodi di questo tratto costiero ha permesso di compilare un elenco faunistico preliminare, indispensabile base di partenza per la realizzazione, attualmente in corso, di una prima chiave pittorica e descrittiva per l'identificazione delle specie di nematodi più comuni della fauna adriatica.

I dati preliminari di confronto tra i siti considerati non hanno mostrato effetti significativi delle scogliere artificiali sulla struttura né delle comunità meiobentoniche né dei popolamenti a nematodi.

## Bibliografia

- DANOVARO R., GAMBI C., MAZZOLA A., MIRTO S. (2002) – Influence of artificial reefs on the surrounding infauna: analysis of meiofauna. *ICES, J. M. S.*, **59**: 356-362.
- MOSCI D., PIERBONI L., VALENTINI A., CECCARINI M., BALSAMO M. (2002) – Osservazioni preliminari sul meiozoobenthos del Parco Naturale del Monte San Bartolo (Pesaro). *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 629-631.
- SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., CALÒ L., BRESSAN E. (2002) – Aspetti della biodiversità della meiofauna lungo il litorale pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 484-493.
- TRAVIZI A., VIDA KOVIC J. (1994) – An evaluation of eutrophication effects on northern Adriatic meio- and nematofauna communities. *Periodicum Biologorum*, **96** (4): 469-473.
- TRAVIZI A., VIDA KOVIC J. (1997) – Nematofauna in the Adriatic Sea: review and check-list of free-living nematode species. *Helgoländer Meeresunters.*, **51**: 503-519.
- VIDA KOVIC J. (1988) – Meio- and nematofauna from Rasa bay (North Adriatic sea, Yugoslavia). *Vie Milieu*, **38** (3/4): 213-220.



M. TARGUSI, G.D. ARDIZZONE\*, C. BONDANESE, C. CHIMENZ\*, B. LA PORTA,  
P. LA VALLE, L. LATTANZI, S. MARZIALETTI, L. NICOLETTI

ICRAM, Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,  
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

\*Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza",  
Roma, Italia.

## POPOLAMENTI BENTONICI DI BARRIERE ARTIFICIALI: PONZA E FREGENE (LAZIO, ITALIA)

### *BENTHIC ASSEMBLAGES ON ARTIFICIAL REEFS: PONZA AND FREGENE (LATIUM, ITALY)*

#### **Abstract**

*The aim of this paper is to analyse benthic assemblages quali-quantitative composition of Ponza and Fregene (Latium, Italy) artificial reefs, notably with regard to Mollusca, Polychaeta and Crustacea. This study outlines how environmental factors as light, depth, trophism of water and age of the artificial reefs determinate the complexity of benthic assemblages. The interaction with nearby biotopes can be considered another factor of variability.*

**Key-words:** artificial reefs, benthos, Tyrrhenian Sea.

#### **Introduzione**

Scopo del presente lavoro è studiare e confrontare i popolamenti bentonici insediati sulle barriere artificiali di Ponza e Fregene, a distanza rispettivamente di 10 e 20 anni dalla loro messa in posto. Tali popolamenti bentonici sono stati, infatti, studiati fin dalla messa in opera delle due barriere (Fregene nel 1981, Ponza nel 1991) (Ardizzone e Chimenz, 1982; Ardizzone *et al.*, 1998; Gravina *et al.*, 1998; Chimenz *et al.*, 1998).

#### **Materiali e metodi**

La barriera artificiale di Fregene (F), situata 9 Km a nord della foce del fiume Tevere in acque eutrofiche, è posta su un fondale sabbio-fangoso a 12-14 m di profondità. Le barriere realizzate sui fondali dell'isola di Ponza, in acque oligotrofiche, sono state poste in tre diversi siti: Chiaia di Luna (L), a 27 m di profondità, su un fondale sabbioso con presenza di *Cymodocea nodosa*; Secca dei Mattoni (M), a 30 m, su *matte* all'interno di una prateria di *Posidonia oceanica*; Cala Inferno (I), a 39 m su un fondale sabbio-fangoso, oltre il limite inferiore di una prateria di *P. oceanica* (Ardizzone *et al.*, 1998) (Fig. 1).

Su ogni barriera sono stati effettuati 3 campionamenti (maggio, settembre e novembre 2001; indicati rispettivamente con le date 05-01; 09-01; 11-01) mediante grattaggio di una superficie standard di 400 cm<sup>2</sup>. I taxa Polychaeta, Mollusca e Crustacea sono stati identificati a livello di specie e contati. La struttura dei popolamenti è stata descritta mediante analisi univariata (indici di Margalef, Shannon-Weaver e Pielou) e analisi multivariata (ordinamento mediante Cluster

Analysis della matrice di similarità basata sull'indice di Bray-Curtis) (Clarke e Warwick, 1994).

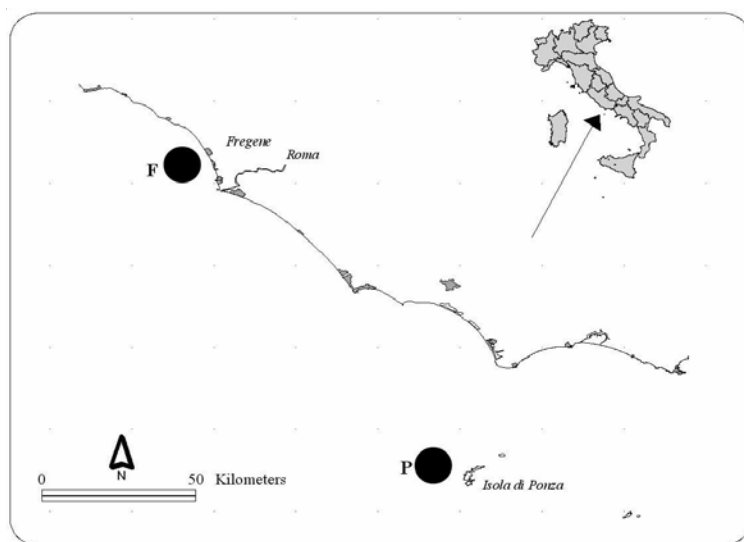


Fig. 1 - Area di studio (F = Fregene; P = Ponza).  
Study area (F = Fregene; P = Ponza).

Tab. 1 - Media del numero di specie (S), di individui (N) e degli indici di Margalef (d), Shannon-Weaver (H') e Pielou (J').

Means of species number (S), individuals (N), and Margalef (d), Shannon-Weaver (H') and Pielou (J') indexes.

|    | F     | L    | M    | I    |
|----|-------|------|------|------|
| S  | 122   | 41   | 41   | 22   |
| N  | 6336  | 543  | 640  | 91   |
| d  | 11,60 | 3,68 | 4,78 | 3,05 |
| H' | 3,60  | 2,41 | 3,59 | 2,93 |
| J' | 0,56  | 0,56 | 0,79 | 0,89 |

## Risultati

A Fregene le barriere sono caratterizzate dall'assenza di macroalghe e dalla presenza di biocostruzioni a Bryozoa costituite principalmente da *Schizoporella errata* e *Turbicellepora magnicostata*. Il popolamento bentonico rinvenuto è costituito da un elevato numero di specie e di individui (Tab. 1 e Tab. 2). Sono presenti specie legate a substrati duri, tra cui le più abbondanti sono i crostacei *Corophium sextonae* e *Balanus perforatus*, il polichete *Sabellaria spinulosa* e il mol-

lusco *Striarca lactea*. Sono state rinvenute inoltre specie legate alla presenza di fango come il polichete *Aphelochaeta marioni* e specie tipiche della biocenosi del Coralligeno, come il crostaceo *Elasmopus rapax*.

Tab. 2 - Lista delle specie rinvenute sulle barriere artificiali di Fregene (F) e Ponza (L=Chiaia di Luna; I=Inferno; M=Mattoni).

*List of species present on the artificial reefs of Fregene (F) and Ponza (L=Chiaia di Luna; I=Inferno; M=Mattoni).*

| Mollusca                                             | Polychaeta                                                         | Polychaeta                                            |         |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| <i>Gibbula turbinoidea</i> (Deshayes, 1835)          | M <i>Syllis corallicora</i> (Verrill, 1900)                        | F <i>Pomatoceros triquetus</i> (Linnaeus, 1767)       | F I     |
| <i>Tricola pullus</i> (Linnaeus, 1758)               | M <i>Syllis ferrani</i> Alos & San Martin, 1987                    | F <i>Serpula concharum</i> Langerhans, 1880           | F L     |
| <i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792            | M <i>Syllis gerlachi</i> Hartmann-Schroeder, 1960                  | F <i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767          | F I L   |
| <i>Bitium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)           | I M L <i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840                           | F <i>Spiraserpula massiliensis</i> (Zibrowius, 1968)  | F       |
| <i>Serpulorbis arenaria</i> (Linnaeus, 1767)         | F <i>Syllis cfr hyalina</i> Grube, 1863                            | F <i>Spirobranchus polytrema</i> (Philippi, 1844)     | F       |
| <i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)           | F M <i>Syllis pulvinata</i> (Langerhans, 1881)                     | F <i>Vermilopsis striaticeps</i> (Grube, 1862)        | F       |
| <i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)           | I <i>Syllis rosea</i> Langerhans, 1879                             | <b>Crustacea</b>                                      |         |
| <i>Ocenebrina aciculata</i> (Lamarck, 1822)          | I <i>Syllis truncata cryptica</i> Ben-Eliahu, 1977                 | F <i>Balanus perforatus</i> Bruguière, 1789           | F       |
| <i>Ocenebrina edwardsii</i> (Payraudeau, 1826)       | F <i>Syllis variegata</i> Grube, 1860                              | F <i>Leptochelia savignyi</i> (Krl yer, 1842)         | F I M L |
| <i>Nassarius incassatus</i> (Stroem, 1768)           | F <i>Autolytus cfr benazzii</i> Cognetti, 1953                     | F <i>Anthura gracilis</i> (Montagu, 1808)             | M       |
| <i>Fasciolaria lignaria</i> (Linnaeus, 1758)         | M <i>Autolytus brachycephalus</i> (Marenzeller, 1874)              | F <i>Amphilocheus neapolitanus</i> Della Valle, 1893  | L       |
| <i>Fusinus pulchellus</i> (Philippi, 1844)           | M <i>Autolytus convolutus</i> Cognetti, 1953                       | F <i>Gitana sarsi</i> Boeck, 1871                     | F I M L |
| <i>Mitrella scripta</i> (Linnaeus, 1758)             | M <i>Autolytus edwardsii</i> Saint-Joseph, 1887                    | F <i>Peltochoca mediterranea</i> Schiecke, 1977       | L       |
| <i>Odostomia eulimoides</i> Hanley, 1844             | F <i>Autolytus prolifer</i> (O.F. Muller, 1788)                    | F <i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826              | I M     |
| <i>Haminocoe hydatis</i> (Linnaeus, 1758)            | M <i>Autolytus cfr quindecimdentatus</i> Langerhans, 1884          | F <i>Autonoe rubromaculatus</i> (Ledoyer, 1973)       | L       |
| <i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758                      | M <i>Autolytus quindecimdentatus</i> Langerhans, 1884              | F <i>Autonoe spiniventris</i> (Della Valle, 1893)     | L       |
| <i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)             | F <i>Procerea aurantica</i> Claparède, 1868                        | F <i>Microdeutopus algalica</i> Della Valle, 1893     | L       |
| <i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)              | F <i>Procerea picta</i> Ehlers, 1864                               | F <i>Corophium acutum</i> Chevreux, 1908              | F       |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819       | F <i>Harmothoe aereolata</i> Grube, 1860                           | F <i>Corophium sextonae</i> Crawford, 1937            | F M     |
| <i>Gregariella cfr semigranata</i> (Reeve, 1858)     | F <i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)                        | F <i>Cressa cristata</i> Myers, 1969                  | M L     |
| <i>Modiolarca subpecta</i> (Cantraine, 1835)         | F L <i>Pholoe sinophthalmica</i> Claparède, 1868                   | F <i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)             | I M L   |
| <i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)             | F I M L <i>Chrysopetalum debile</i> (Grube, 1855)                  | F <i>Tritaea gibbosa</i> (Bate, 1862)                 | F       |
| <i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)        | F <i>Eunice harassii</i> Audouin & Milne Edwards, 1834             | F <i>Hyale camptonyx</i> (Heller, 1866)               | I M L   |
| <i>Chlamys multistriata</i> (Poli, 1795)             | F <i>Eunice oerstedii</i> Stimpson, 1854                           | F <i>Iphimedia vicina</i> Ruffo & Schiecke, 1979      | M L     |
| <i>Pododemus patelliformis</i> (Linnaeus, 1761)      | F <i>Eunice schizobranchia</i> Claparède, 1870                     | F <i>Ischyrocerus inexpectatus</i> Ruffo, 1959        | F       |
| <i>Pseudochama gryphina</i> (Lamarck, 1819)          | I M L <i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaie, 1828)                   | F <i>Jassa marmorata</i> Holmes, 1903                 | F       |
| <i>Glans aculeata</i> (Poli, 1795)                   | F <i>Lysidice collaris</i> Grube, 1870                             | F <i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)      | F I L   |
| <i>Petricola lithophaga</i> (Retzius, 1786)          | F <i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne Edwards, 1833            | F I M L <i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906 | F       |
| <i>Gastrochaena dubia</i> (Pennant, 1777)            | F L <i>Marphysa belli</i> Audouin & Milne Edwards, 1833            | F <i>Lysianassa costae</i> Milne Edwards, 1830        | M       |
| <i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)             | F L <i>Marphysa fallax</i> Marion & Bobretzky, 1875                | F <i>Elasmopus rapax</i> A. Costa, 1853               | F       |
| <b>Polychaeta</b>                                    |                                                                    | F <i>Maera grossimana</i> (Montagu, 1808)             | L       |
| <i>Laonice cirrata</i> (M.Sars, 1851)                | F <i>Nematoneis unicornis</i> Schmarda, 1861                       | F L <i>Periculodes aequimanus</i> (Kossmann, 1880)    | L       |
| <i>Prionospio cirrifera</i> Wren, 1883               | F <i>Palola siciliensis</i> (Grube, 1840)                          | F <i>Synchelidium longidigitatum</i> Ruffo, 1947      | L       |
| <i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1863              | F <i>Lumbrineris coccinea</i> (Renier, 1804)                       | F <i>Perelionotus testudo</i> (Montagu, 1808)         | M L     |
| <i>Levinsonia gracilis</i> (Tauber, 1879)            | F <i>Lumbrineris emandulata-mabiti</i> (Ramos, 1976)               | F <i>Stenothoe monacoides</i> (Montagu, 1813)         | M L     |
| <i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)     | F <i>Lumbrineris funchalensis</i> (Kinberg, 1865)                  | F <i>Stenothoe testestina</i> (Nebeski, 1880)         | F M L   |
| <i>Caulerella bioculata</i> (Keferstein, 1862)       | F <i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)                       | F <i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814             | I M L   |
| <i>Cirratulus cirratus</i> (O.F. Müller, 1776)       | F <i>Lumbrineris cfr labrofinibrata</i> Saint-Joseph, 1888         | F <i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)        | M L     |
| <i>Cirriiformia filigera</i> (Delle Chiaie, 1808)    | F <i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1833       | F <i>Phisica marina</i> Slabber, 1769                 | I M L   |
| <i>Dodecacera concharum</i> Oersted, 1843            | F <i>Lumbrineris tetraura</i> (Schmarda, 1861)                     | F <i>Palaeomon adpersus</i> Rathke, 1837              | I       |
| <i>Notomastus aberans</i> Day, 1963                  | F <i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)                      | F <i>Alpheus dentipes</i> Guérin-Ménéville, 1832      | F       |
| <i>Clymenura clypeata</i> (Saint-Joseph, 1894)       | I <i>Fiabelligera affinis</i> M. Sars, 1829                        | M <i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)              | F L     |
| <i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)         | F I M L <i>Amphitrite gracilis</i> Marenzeller, 1884               | F <i>Hippolyte holthuisi</i> Zariquety Alvarez, 1953  | M L     |
| <i>Sclerocheilus minutus</i> Grube, 1863             | F <i>Amphitrite johnstoni</i> Malmgren, 1865                       | F <i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)          | F       |
| <i>Phyllodoce mucosa</i> (Oersted, 1843)             | L <i>Amphitrite rubra</i> (Risso, 1828)                            | F <i>Thorulus cranchii</i> (Leach, 1817)              | F M L   |
| <i>Glyptis propinqua</i> Marion & Bobretzky, 1875    | F <i>Nicola venustula</i> Montagu, 1818                            | F <i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)          | I       |
| <i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)       | F M <i>Pista cristata</i> (O. F. Müller, 1776)                     | M <i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)            | I       |
| <i>Syllidia amata</i> Quatrefages, 1865              | F <i>Terebella lapidaria</i> Linnaeus, 1767                        | F <i>Pagurus anachoretus</i> Risso, 1827              | M       |
| <i>Pilargis verrucosa</i> (Saint-Joseph, 1899)       | F <i>Polycirrus medusa</i> Grube, 1850                             | F <i>Pagurus chevreuxi</i> (Bouvier, 1896)            | M       |
| <i>Eusyllis assimilis</i> Marenzeller, 1875          | F <i>Sabellaria spinulosa</i> Leuckart, 1849                       | F <i>Galathea intermedia</i> Liljeborg, 1851          | M L     |
| <i>Eusyllis lamelligera</i> Marion & Bobretzky, 1875 | F <i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)                        | F <i>Pisidia blutli</i> (Risso, 1816)                 | M       |
| <i>Exogone naidina</i> Oersted, 1845                 | F <i>Hydroides dirampha</i> Mörch, 1863                            | F <i>Achaeus gracilis</i> (O.G. Costa, 1839)          | M       |
| <i>Grubeosyllis clavata</i> (Claparède, 1863)        | F <i>Hydroides pseudouncinatus pseudouncinatus</i> Zibrowius, 1968 | F <i>Acanthonyx lunulatus</i> (Risso, 1816)           | F L     |
| <i>Haplosyllis spongiicola</i> (Grube, 1855)         | F <i>Josephella marenzelleri</i> Caullery & Mesnil, 1896           | M <i>Macropodia longirostris</i> (Fabricius, 1775)    | M       |
| <i>Syllis armillaris</i> O.F. Müller, 1771           | F <i>Pomatoceros lamarckii</i> (Quatrefages, 1865)                 | F <i>Plumulus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)          | F       |

A Ponza le tre barriere sono caratterizzate dalla presenza di macroalghe e briozoi, sia eretti che incrostanti, che non danno origine a biocostruzioni. Il popolamento rinvenuto su tutte e tre le barriere è caratterizzato da un basso numero di specie e di individui (Tab. 1 e Tab. 2). A Luna sono presenti specie tipiche della

biocenosi delle Alghe Fotofile (AP) tra cui le più abbondanti sono i crostacei *Stenothoe tergestina*, *Caprella acanthifera* e *Hyale camptonyx* e il mollusco *Bitium reticulatum*. A Inferno si rinvenivano specie tipiche della biocenosi AP, tra le più abbondanti *H. camptonyx*, *B. reticulatum* e il polichete *Polyophtalmus pictus*; risultano numerose inoltre il crostaceo *Phtisica marina* ed il mollusco *Musculus costulatus*. Sulla barriera di Mattoni, caratterizzata da un numero di individui e di specie più elevato rispetto alle altre di Ponza, sono abbondanti *H. camptonyx*, *C. acanthifera*, *B. reticulatum* e *P. pictus* (specie tipiche della biocenosi AP) e specie tipiche della biocenosi del Coralligeno, come il crostaceo *Leptochelia savignyi*.

L'indice di Margalef assume valori maggiori nel popolamento di Fregene, gli altri indici non mostrano marcate differenze (Tab. 1).

La Cluster Analysis separa nettamente (con una similarità <10%) le stazioni di Fregene (A) da quelle di Ponza (B). All'interno del gruppo di Ponza le stazioni di ciascuna delle barriere studiate clusterizzano assieme.

Dal dendrogramma non emerge alcuna separazione delle stazioni secondo un fattore temporale (Fig. 2).

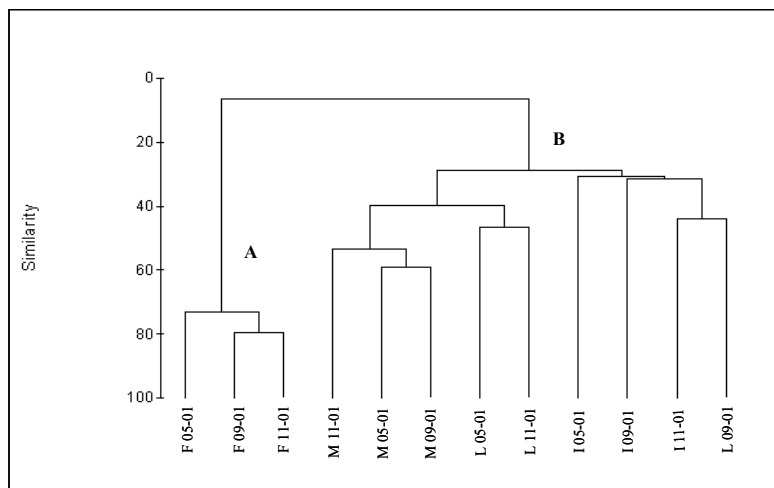


Fig. 2 - Cluster Analysis (F=Fregene; M=Mattoni; I=Inferno; L=Luna).

Cluster Analysis (F=Fregene; M=Mattoni; I=Inferno; L=Luna).

## Conclusioni

A Fregene la biocostruzione a briozoi presente costituisce l'elemento edafico principale che struttura l'ambiente della barriera ed il relativo popolamento. L'alto grado di eterogeneità spaziale è il fattore principale che determina l'elevata ricchezza specifica e l'abbondante numero di individui riscontrati e, in generale, l'elevata diversificazione del popolamento. La scarsa penetrazione della luce, dovuta all'eutrofia delle acque impedisce su questa struttura lo sviluppo di macroalghe. La mancanza di questi forti competitori spaziali potrebbe aver favorito lo sviluppo della biocostruzione a briozoi.

A Ponza le tre barriere studiate presentano nel complesso valori più bassi di ricchezza specifica e abbondanza rispetto a Fregene. A Chiaia di Luna questi valori potrebbero dipendere dall'attività di grazing dei ricci, come riportato anche da Relini *et al.* (1995) per la barriera di Loano e da Badalamenti e D'Anna (1995) per quella di Castellammare, mentre a Cala Inferno potrebbero dipendere dalla maggiore profondità a cui è posta questa struttura. A Secca dei Mattoni è presente un popolamento con valori leggermente più alti di ricchezza specifica e abbondanza. Questo potrebbe dipendere dal fatto che tale struttura è situata in un ambiente diversificato come la prateria di *Posidonia oceanica*. I fattori ambientali, quali luce, profondità e grado di trofia delle acque, e l'età stessa delle barriere, contribuiscono a determinare la differente complessità dei popolamenti bentonici insediati sulle barriere artificiali di Fregene e Ponza. Inoltre, l'interazione con i biotopi circostanti è un ulteriore fattore di variabilità; a Ponza, infatti, nonostante le tre barriere siano state messe in opera nello stesso anno, i popolamenti rinvenuti sono diversi. I differenti biotopi in cui sono state poste le barriere influenzano, attraverso il rifornimento (*supply side ecology*: Lewin, 1986), la composizione dei popolamenti in misura maggiore delle caratteristiche ambientali.

#### Bibliografia

- ARDIZZONE G.D., CHIMENZ GUSSO C. (1982) - Primi insediamenti bentonici sulla barriera artificiale di Fregene. *Atti Conv. Ris. Biol.: Inq. Mar. P.F. Oceanogr.: Fondi Marini*. Roma, 10-11 Novembre 1981: 165-181.
- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., GRAVINA M.F., GENTILONI P., SOMASCHINI A. (1998) - Organismi bentonici e comunità ittiche di substrati artificiali in acque eutrofiche (Fregene) e oligotrofiche (Ponza Mar Tirreno centrale). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1783-1792.
- BADALAMENTI F., D'ANNA G. (1995) - Esperienze di barriere artificiali del Golfo di Castellammare (Sicilia Nord-Occidentale). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 164-173.
- CHIMENZ C., NICOLETTI L., GRAVINA F., ARDIZZONE G.D. (1998) - Modalità di colonizzazione della fauna sessile su strutture artificiali in acque oligotrofiche (isola di Ponza): Bryozoa. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 331-335.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Nat. Envir. Res. Council, UK.: 144 pp.
- GRAVINA M.F., BELLUSCIO A., GENTILONI P., SOMASCHINI A., ARDIZZONE G.D. (1998) - Evoluzione del popolamento zoobentonico su substrati artificiali in acque oligotrofiche (Medio Tirreno). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 339-342.
- LEWIN R. (1986) - Supply-side ecology. *Science*, **234**: 25-27.
- RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 21-63.

S. VACCA, M. MILANESE, A. SARÀ, C. FERRETTI, R. PRONZATO

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

## ANALISI DEL SISTEMA ACQUIFERO DI *CHONDRILLA NUCULA* (PORIFERA, DEMOSPONGIAE)

### *ANALYSIS OF THE AQUIFEROUS SYSTEM OF CHONDRILLA NUCULA (PORIFERA, DEMOSPONGIAE)*

#### **Abstract**

*This study analyses the organization of the aquiferous system of the sponge species Chondrilla nucula (Porifera, Demospongiae) by means of bi- and three- dimensional models elaborated from sequential sections. The structure shows a hierarchical scheme based on canal diameters. The skeleton elements are disposed in the cortex and around the canals giving a solidity to the whole organism.*

**Key-Words:** Chondrilla nucula, sponges, anatomical structures, skeleton.

#### **Introduzione**

I Poriferi dipendono dal loro sistema acquifero per nutrirsi, per lo scambio dei gas e per riprodursi (Simpson, 1984), ciò nonostante solo pochi lavori hanno studiato l'organizzazione di tale struttura *in toto*. Schulze (1877) e Reiswig (1975) operarono attraverso l'analisi di sezioni seriali osservate in microscopia ottica mentre modelli tridimensionali e a grandezza naturale del sistema acquifero di diverse specie sono stati ottenuti attraverso calchi in resina (Bavestrello *et al.*, 1988, 1995). *Chondrilla nucula* Schmidt, 1862 (Porifera, Demospongiae) è una spugna submassiva mediterranea caratterizzata da una strategia di accrescimento modulare che le consente di formare ampie *patches* su substrati rocciosi ben illuminati (Boury-Esnault, 2002). Essa manca di un'impalcatura scheletrica definita mentre il corpo è ricco di fibrille di collagene. Il tipo di spicole presente è dato solo da sferaster del diametro di 20-27  $\mu\text{m}$  (Bavestrello *et al.*, 1993). Il presente lavoro ha sviluppato modelli 2D e 3D del sistema acquifero di *C. nucula* basandosi su sezioni seriali analizzate al computer.

#### **Materiali e metodi**

Cinque frammenti di *C. nucula* (volume approssimativo di ciascun campione: 2-3  $\text{cm}^3$ ) sono stati prelevati lungo il Promontorio di Portofino alla profondità di 8-12 m, inclusi in paraffina e tagliati in sezioni seriali perpendicolari al piano di adesione al substrato. Lo spessore delle sezioni (40  $\mu\text{m}$ ) ha evitato il danneggiamento delle spicole durante le operazioni di taglio. La ricostruzione 2D e 3D del sistema acquifero è stata ottenuta mediante lo studio di circa 100 sezioni per campione. Le sezioni sono state osservate al microscopio ottico (25 $\times$ ), fotografate con fotocamera digitale e rielaborate al computer. Usando comuni software di elaborazione grafica, di ogni sezione sono stati evidenziati il bordo, i canali e le singole spicole presenti. Per la creazione dei modelli 2D e 3D del sistema acquifero e la misurazione del diametro dei canali è stato utilizzato il software ImageJ.

## Risultati

I diametri dei canali misurati nei 5 campioni esaminati si dividono in 20 classi di dimensioni definite e comprese fra 10 e 400  $\mu\text{m}$ . Maggiore è il diametro dei canali, minore è il numero con cui essi sono rinvenuti nella spugna.

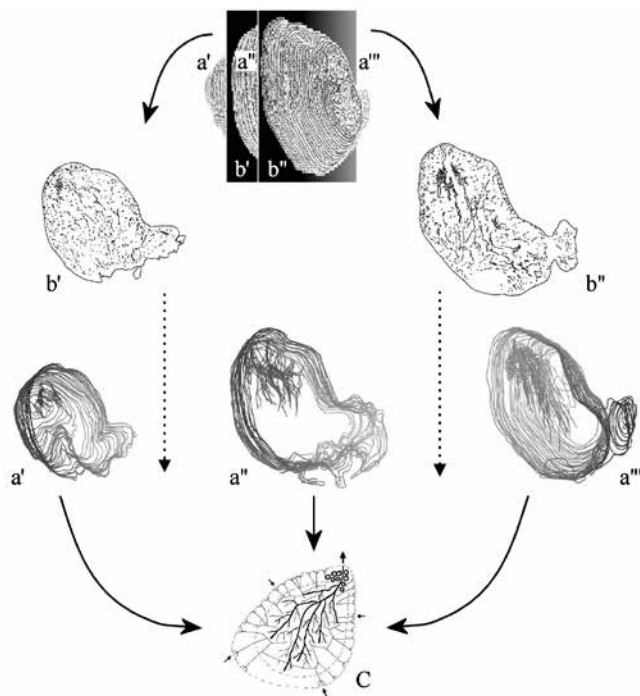


Fig. 1 - Modelli 2D e 3D del sistema acquifero di *Chondrilla nucula* elaborati su uno degli esemplari studiati. La ricostruzione 3D dell'intero esemplare è stata ottenuta tramite sovrapposizione di 75 sezioni elaborate al computer. A titolo d'esempio si riportano due delle sezioni utilizzate (b' e b''), in cui sono evidenziati tutti i canali. Una volta semplificato, lo spaccato del modello tridimensionale in corrispondenza delle sezioni b' e b'' permette di osservare lo sviluppo del sistema acquifero esalante nella spugna (a', a'', a'''). Si riporta infine uno schema generale del sistema acquifero di *C. nucula* ottenuto dal confronto dei diversi campioni studiati (C).

*2D and 3D models of the aquiferous system of Chondrilla nucula performed on one sample. The full 3D reconstruction of the sample is made of 75 sections elaborated at the computer. Two sections where canals are evidenced are reported as examples (b' and b''). The 3D model is shown opened at cutting planes b' and b'' to follow the simplified development of the exhalant aquiferous system of C. nucula (a', a'', a'''). A schematic and general model of the aquiferous system of C. nucula is finally given according to observations carried out on the different samples studied (C).*

Inoltre, la maggior parte di tali classi (comprese le classi di minor diametro) sono condivise da tutti i campioni studiati. Solo i canali di diametro superiore a 160  $\mu\text{m}$  non sono sempre presenti in tutti i campioni. I modelli 2D e 3D evidenziano come il sistema acquifero inalante sia costituito da una fitta rete di canali di



piccole dimensioni (10-20  $\mu\text{m}$ ) che attraversano il cortex perpendicolarmente e si fondono (immediatamente sotto ad esso) per formare canali di diametro maggiore (compreso fra 40 e 70  $\mu\text{m}$ ), che si dividono nuovamente (in canali di diametro inferiore) per raggiungere le camere coanocitarie. Il sistema acquifero esalante drena l'acqua da ogni distretto della spugna attraverso canali che si uniscono in dotti di diametro crescente e definito. Infine, i dotti di massimo diametro convergono in un'area lacunare posta sotto all'osculo (Fig. 1). Le dimensioni degli osculi e delle camere coanocitarie sono risultate in accordo con quanto descritto in letteratura (Boury-Esnault, 2002). Gli elementi scheletrici si concentrano all'interno del cortex e tutt'intorno ai canali.

## Conclusioni

Come dimostrato dalla presenza di classi dimensionali definite e largamente condivise da tutti i campioni osservati, il sistema acquifero della spugna *C. nucula* è organizzato secondo uno schema gerarchico i cui ranghi sono costituiti dai diametri dei canali stessi. In assenza di uno scheletro strutturato di spongina la solidità strutturale del sistema è garantita dalla presenza di un'impalcatura di spicole poste subito sotto la superficie della spugna e tutt'intorno ai canali così da prevenirne il collasso.

## Bibliografia

- BAVESTRELLO G., BURLANDO B., SARÀ M. (1988) - The architecture of the canal systems of *Petrosia ficiformis* and *Chondrosia reniformis* studied by corrosion casts (Porifera, Demospongiae). *Zoomorphol.*, **108**: 161-166.
- BAVESTRELLO G., BONITO M., SARÀ M. (1993) - Silica content and spicular size variation during an annual cycle in *Chondrilla nucula* Schmidt (Porifera, Demospongiae) in the Ligurian Sea. *Sci. Mar.*, **57** (4): 421-425.
- BAVESTRELLO G., BURLANDO B., SARÀ M. (1995) - Corrosion cast reconstruction of the three-dimensional architecture of demosponge canal system. In: Lanzavecchia G., Valvassori R., Candia Carnevali M.D. (eds), *Body cavities: function and phylogeny*, Selected Symposia and Monograph U.Z.I., Mucchi, Modena, **8**: 93-110.
- BOURY-ESNAULT N. (2002) - Order Chondrosida Boury-Esnault & Lopès, 1985. Family Chondrillidae Gray, 1987. In: Hooper J.N.A., Van Soest R.W.M. (eds), *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 291-297.
- REISWIG H.M. (1975) - The canal systems of three marine demosponges. *J. Morphol.*, **145**: 493-502.
- SCHMIDT O. (1862) - *Die Spongien des adriatischen Meers*. (Wilhelm Engelmann: Leipzig): i-iv, 1-48, pls 1-4.
- SCHULZE F.E. (1877) - Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Dritte Mittheilung. Die Familie der Chondrosidae. *Z. Wiss. Zool.*, **29**: 87-122.
- SIMPSON T.L. (1984) - *The cell biology of sponges*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokio: 662 pp.

A. VALERI, C. DE VITTOR, E. CREVATIN, P. DEL NEGRO, S. FONDA UMANI

Laboratorio di Biologia Marina, Via Auguste Piccard, 54 -34010 Trieste, Italia.

## ATTIVITÀ BATTERICA ALL'INTERFACCIA ACQUA-SEDIMENTO IN UNA STAZIONE COSTIERA DEL GOLFO DI TRIESTE

### *BACTERIAL ACTIVITY AT THE WATER-SEDIMENT INTERFACE IN A COASTAL STATION OF THE GULF OF TRIESTE*

#### **Abstract**

*Degradation processes at water-sediment interface in a coastal station of the Gulf of Trieste were investigated from June 2002 to June 2003. Samples were monthly collected using Haps Frame-Supported Bottom Corer. The analyses were based on the measurements of enzymatic degradation of organic matter, Dissolved Organic Carbon (DOC) concentrations, bacterial abundances and bacterial carbon productions.*

*The abundance of heterotrophic bacteria ranges between  $8.6$  and  $20.0 \times 10^8$  cell  $l^{-1}$ . The phototrophic community is made up of coccoids cyanobacteria that seem to have an influence both to DOC content and to leucine-aminopeptidase activity. The enzymes aminopeptidase, phosphatase and lipase generally show a high potential hydrolysis rate, whereas glucosidase activity is low. TdR/Leu rate is usually  $<1$ .*

**Key-words:** bacterial abundances, biodegradation, DOC, sediment-water interface.

#### **Introduzione**

Gli ambienti marini costieri di bassa profondità, come il Golfo di Trieste, sono spesso caratterizzati da un'elevata produttività dovuta sia all'apporto di nutrienti inorganici di origine continentale (Nixon *et al.*, 1986), sia all'elevata diversità dei gruppi funzionali dei produttori primari (Odum, 1971). In questi ambienti, la zona fotica si spinge fino al fondo, garantendo le condizioni ideali per lo sviluppo del macro- e microfitobentos, la cui produzione concorre all'arricchimento organico dei sedimenti. La composizione chimica della sostanza organica nel sedimento è, di conseguenza, il risultato dell'equilibrio dinamico tra produzione autoctona, apporti esterni, utilizzazione eterotrofica e reazioni chimiche (Fabiano e Danovaro, 1994).

La maggior parte delle reazioni di rimineralizzazione della sostanza organica avvengono all'interfaccia acqua/sedimento; nonostante ciò, questo habitat è poco studiato. L'acqua di interfaccia rappresenta, pertanto, un ambiente di notevole interesse per la comprensione dei processi di scambio che intercorrono tra colonna d'acqua e sedimento.

#### **Materiali e metodi**

Da giugno 2002 a giugno 2003 sono state prelevate mensilmente carote di sedimento in una stazione costiera del Golfo di Trieste (C1,  $45^{\circ}42'03''$  Lat. N,  $13^{\circ}42'36''$  Long. E) utilizzando un carotiere modello "Haps Frame-Supported Bottom Corer" (KC-Denmark). L'acqua di interfaccia è stata raccolta con siringhe sterili prima dell'estrazione della carota.

La concentrazione di Carbonio Organico Disciolto (*Dissolved Organic Carbon*,

DOC) è stata determinata con il metodo dell'ossidazione catalitica ad alta temperatura (Sugimura e Suzuki, 1988) utilizzando un analizzatore Shimadzu TOC-5000A. L'abbondanza dei batteri è stata valutata seguendo il metodo di Hobbie *et al.* (1977) mentre, per la stima del popolamento fototrofo, è stata sfruttata la naturale fluorescenza dei pigmenti fotosintetici (MacIsaac e Stockner, 1993). L'abbondanza dei batteri eterotrofi è stata valutata come differenza tra la densità cellulare totale, stimata con il metodo di Hobbie *et al.* (1977), ed il popolamento fototrofo. I batteri eterotrofi sono stati suddivisi in classi dimensionali in accordo con Fry (1988). Seguendo il protocollo proposto da Hoppe (1983), sono state stimate le attività enzimatiche esocellulari utilizzando substrati fluorogenici derivati dal 4-metil-umbelliferone (MUF) e dalla 7-amino-4-metil cumarina (AMC).

Tab. 1 - Valori minimi e massimi dei parametri considerati.

(Bact = Batteri eterotrofi; CB picocianobatteri; APA = fosfatasi; AMA = leucina-aminopeptidasi; Lip. lipasi;  $\alpha$ -glu =  $\alpha$ -glucosidasi;  $\beta$ -glu =  $\beta$ -glucosidasi; DOC = Carbonio Organico Disciolto; BCP TdR = produzione batterica misurata attraverso l'incorporazione di  $^3\text{H}$ -timidina; BCP-Leu = produzione batterica misurata attraverso l'incorporazione di  $^3\text{H}$ -leucina; TdR/Leu = rapporto tra BCP-TdR e BCP-Leu; n.r. = non rilevato)

*Minimum and maximum values of the studied parameters.*

(Bact = heterotrophic bacteria; CB = pico cyanobacteria; APA = phosphatase; AMA = leucine-aminopeptidase; Lip = lipase;  $\alpha$ -glu =  $\alpha$ -glucosidase;  $\beta$ -glu =  $\beta$ -glucosidase; DOC = Dissolved Organic Carbon; BCP-TdR = bacterial production measured by  $^3\text{H}$ -thymidine incorporation; BCP-Leu = bacterial production measured by  $^3\text{H}$ -leucine incorporation; TdR/Leu = BCP-TdR/BCP-Leu ratio; n.r. = not detected)

|                                                 | min  | max    |
|-------------------------------------------------|------|--------|
| Bact ( $10^8$ cell $\text{l}^{-1}$ )            | 8,6  | 20,0   |
| Bact <0,5 mm ( $10^8$ cell $\text{l}^{-1}$ )    | 7,0  | 17,2   |
| Bact 0,5-1,5 mm ( $10^8$ cell $\text{l}^{-1}$ ) | 0,9  | 3,2    |
| Bact >1,5 mm ( $10^8$ cell $\text{l}^{-1}$ )    | 0,1  | 1,6    |
| CB ( $10^7$ cell $\text{l}^{-1}$ )              | 0,2  | 4,6    |
| DOC (mg C $\text{l}^{-1}$ )                     | 0,6  | 2,7    |
| AMA (nM $\text{h}^{-1}$ )                       | n.r. | 332,5  |
| Lip (nM $\text{h}^{-1}$ )                       | 3,1  | 187,7  |
| APA (nM $\text{h}^{-1}$ )                       | n.r. | 113,3  |
| $\beta$ -glu (nM $\text{h}^{-1}$ )              | 0,5  | 147,8  |
| $\alpha$ -glu (nM $\text{h}^{-1}$ )             | 0,2  | 22,0   |
| BCP-TdR (ng C $\text{l}^{-1}$ $\text{h}^{-1}$ ) | 9,7  | 769,4  |
| BCP-Leu (ng C $\text{l}^{-1}$ $\text{h}^{-1}$ ) | 30,3 | 2855,0 |
| TdR/Leu                                         | 0,1  | 25,4   |

L'attività proteasica è stata valutata come tasso di idrolisi della leucina-AMC (Aminopeptidase Activity, AMA), l'attività glucosidasi come tasso di idrolisi

di MUF- $\beta$ -glucoside e di MUF- $\alpha$ -glucoside, l'attività fosfatase come tasso di idrolisi del MUF-fosfato (Alcaline Phosphatase Activity, APA) e l'attività lipasica come tasso di idrolisi del MUF-oleato. La produzione batterica (Bacterial Carbon Production, BCP) è stata valutata utilizzando i metodi dell'incorporazione di  $^3\text{H}$ -metil-timidina (TdR) (Fuhrman e Azam, 1982), che offrono una stima dei processi duplicativi, e di  $^3\text{H}$ -leucina (Leu) (Smith e Azam, 1992), attraverso cui possono essere stimati i processi di sintesi batterica.

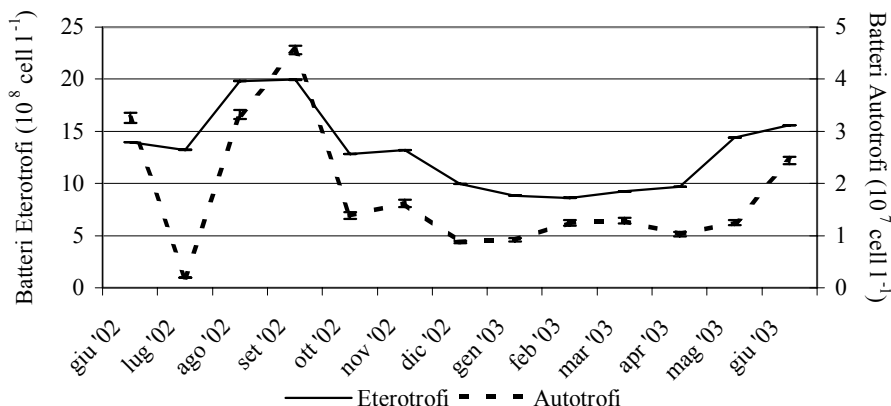


Fig. 1 - Andamento delle abbondanze dei batteri eterotrofi e dei picocianobatteri. Ogni punto rappresenta la media di tre determinazioni  $\pm$  dev. st.

*Trend of abundances of heterotrophic bacteria and cyanobacteria. Each point is the mean of three determinations  $\pm$  st. dev.*

## Risultati

Le abbondanze dei batteri eterotrofi sono comprese tra  $8,6$  e  $20,0 \times 10^8 \text{ cell l}^{-1}$  (Tab. 1 e Fig. 2). Il popolamento risulta dominato dagli organismi di più piccole dimensioni ( $< 0,5 \mu\text{m}$ ) che rappresentano l'82,0% del totale. Gli organismi della classe dimensionale compresa tra  $0,5$  e  $1,5 \mu\text{m}$  rappresentano il 11,4% mentre gli organismi più grandi ( $> 1,5 \mu\text{m}$ ) costituiscono il restante 6,6%. La comunità batterica fototrofa è costituita da cianobatteri (CB) coccoidi, particolarmente abbondanti nei mesi estivi fatta eccezione per luglio quando si registrano i valori minimi (Fig. 1). Le concentrazioni di DOC, particolarmente elevate d'estate, subiscono, analogamente alle abbondanze di CB, una flessione in luglio. Ciò potrebbe essere dovuto ad un incremento nell'uptake da parte degli eterotrofi od al mancato rilascio di essudati da parte dei CB. Le attività proteasica, lipasica e fosfatase risultano generalmente elevate mentre l'idrolisi dei glucidi procede a velocità decisamente più contenute. L'attività proteasica (AMA) segue un andamento temporale simile a quello dei batteri di dimensione media/grande ( $0,5\text{-}1,5 \mu\text{m} + >1,5 \mu\text{m}$ ) e, escludendo l'anomalo tasso di idrolisi registrato in marzo, i valori risultano significativamente correlati ( $n=11$ ,  $r=0,896$ ,  $p<0,001$ ). Il rapporto APA/AMA, per la maggior parte del periodo, non supera il valore di 1. In luglio, in corrispondenza al decremento dei CB, non è stata rilevata attività proteasica (AMA). Durante

l'intero periodo di campionamento, la degradazione lipidica risulta inversamente correlata alla concentrazione di DOC ( $n=12$ ,  $r=0,79$ ,  $p<0,001$ ).

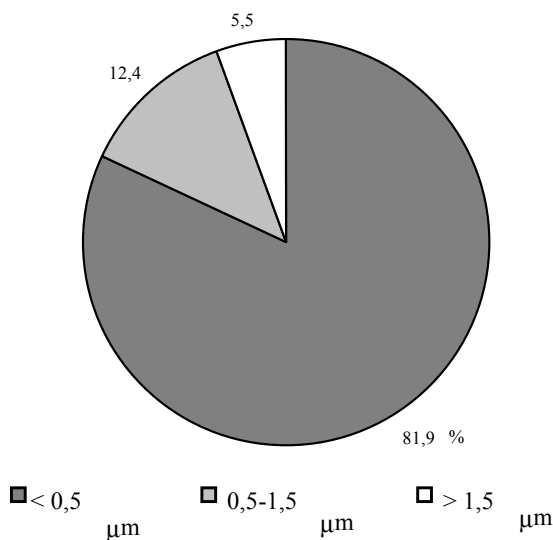


Fig. 2 - Percentuali di abbondanza dei batteri eterotrofi delle tre classi dimensionali: < 0,5 mm, 0,5-1,5 mm, >1,5 mm.

*Percentages of bacterial abundance in three size classes: < 0,5 mm, 0,5-1,5 mm, >1,5 mm.*

## Conclusioni

Il popolamento batterico risulta particolarmente abbondante nell'arco dell'intero periodo di campionamento con densità comparabili a quelle rilevate lungo la colonna d'acqua (Del Negro *et al.*, 1996). La comunità batterica esplica un'intensa attività idrolitica suggerendo la presenza di una sostanza organica composta di materiale labile ma che richiede una preventiva catalisi enzimatica, probabilmente perché il peso delle molecole è superiore ai 600 Da, indicati da Arnosti *et al.* (1998) come limite per oltrepassare la membrana batterica con sistemi di trasporto attivo.

Il rapporto fra il tasso di sintesi di DNA ed il tasso di sintesi proteica (TdR/Leu), che offre un'indicazione sulle condizioni fisiologiche della comunità batterica (Chin-Leo e Kirchman, 1990) indica che il popolamento batterico investe le proprie risorse prevalentemente per la sintesi di biomassa piuttosto che per la divisione cellulare. Il rapporto, infatti, è prevalentemente inferiore a 1.

L'attività enzimatica è rivolta, soprattutto, al recupero di N e P ed il rapporto APA/AMA inferiore a 1 suggerisce una maggiore richiesta di N. L'idrolisi dei lipidi risulta rilevante quando la concentrazione di DOC diminuisce, suggerendo come la minore disponibilità di molecole direttamente assimilabili possa stimolare il popolamento batterico ad utilizzare molecole più pesanti che però

hanno un elevato contenuto energetico. L'importanza dei CB è evidenziata sia dalla diminuzione di DOC, rilevata in concomitanza con il loro decremento, sia dalla brusca riduzione dell'attività AMA in luglio. Questa osservazione conferma il ruolo sostenuto dal popolamento fototrofo nella produzione di enzimi rivolti alla degradazione della sostanza organica di origine proteica (Martinez e Azam, 1993).

### Bibliografia

- ARNOSTI C., JØRGENSEN B.B., SAGEMANN J., THANDRUP B. (1998) - Temperature dependence of microbial degradation of organic matter in marine sediments: polysaccharide hydrolysis, oxygen consumption and sulfate reduction. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **165**: 59-70.
- CHIN-LEO G., KIRCHMAN D.L. (1990) - Unbalanced growth in natural assemblages of marine bacterioplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **63**: 1-8.
- DEL NEGRO P., RAMANI P., MARTECCHINI E., CELIO M. (1996) - Distribuzione annuale del picoplancton in una stazione costiera del Golfo di Trieste. *Atti del 11 Congresso della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*: 747-756.
- FABIANO M., DANOVARO R. (1994) - Composition of organic matter in sediments facing a river estuary (Tyrrhenian Sea): relationships with bacteria and microphytobenthic biomass. *Hydrobiologia*, **277**: 71-84.
- FRY J.C. (1988) - Determination of biomass. In: Austin B. (ed), *Methods in aquatic bacteriology*. John Wiley & Sons Inc., New York, N.Y.
- FUHRMAN J.A., AZAM F. (1982) - Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: evaluation and field results. *Mar. Biol.*, **66**: 109-120.
- HOBBIE J.E., DALEY R.J., JASPER S. (1977) - Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, **33**: 1225-1228.
- HOPPE H.G. (1983) - Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl substrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **11**: 299-308.
- MACISAAC E.A., STOCKNER J.G. (1993) - Enumeration of phototrophic picoplankton by autofluorescence microdiscopy. In: *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*, Lewis Publishers: 187-197.
- MARTINEZ J., AZAM F. (1993) - Aminopeptidase activity in marine Chroococcoid Cyano-bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, **59** (11): 3071-3707.
- NIXON S.W., OVIATT C.W., FRITHSEN J., SULLIVAN B. (1986) - Nutrients and the productivity of estuaries and coastal marine sediment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **60**: 161-167.
- ODUM E.P. (1971) - *Fundamentals of ecology*. WB Saunders, Philadelphia.
- SMITH D.C., AZAM F. (1992) - A simple economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using <sup>3</sup>H-leucine. *Marine Microbial Food Webs.*, **6** (2): 107-114.
- SUGIMURA Y., SUZUKI Y. (1988) - A high-temperature catalytic oxidation method for the determination of non-volatile dissolved organic carbon in seawater by direct injection of a liquid sample. *Mar. Chem.*, **24**: 105-131.

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del programma di ricerca "Studio dello stato trofico e delle anomalie del sistema Alto Adriatico", finanziato dalla Comunità Europea e dalla Regione Friuli-Venezia Giulia nell'ambito del progetto INTERREG III Italia-Slovenia.

A. VANNUCCI, I. ROSSETTI, M. SARTINI, B. FRANCESCONI,  
S. GAMBACCINI, M. CORREANI\*

Aplysia p.s.c.r.l., Via delle Viole, 1 - 57124 Livorno, Italia.  
aplysia1@libero.it

\*SOS ambiente, Portoferraio (LI), Italia.

## POLICHETI DI FONDO MOBILE DEL LITORALE DI SECCHETO (ISOLA D'ELBA, MAR TIRRENO SETTENTRIONALE)

### *DISTRIBUTION OF SOFT BOTTOM POLYCHAETES IN A COASTAL AREA OF ELBA ISLAND (SECCHETO, NORTHERN TYRRHENIAN SEA)*

#### **Abstract**

*The characterisation of soft-bottom polychaetofauna in a marine area in front of Seccheto beach (Elba island, Northern Tyrrhenian sea) was carried out in December 2003. A total of 20 species of polychaetes belonging to 14 families, was collected. Analysis of community structure, MDS ordination and feeding behaviour showed different structure in the polychaete composition principally related to different depths and habitat heterogeneity of the studied area.*

**Key-words:** polychaetes, distribution, multivariate analysis, Tyrrhenian Sea.

#### **Introduzione**

Le coste meridionali dell'isola d'Elba sono caratterizzate dalla presenza di numerose insenature e baie di ampiezza variabile e diversamente esposte ai forti venti dominanti provenienti, principalmente, da sud e sud-ovest. La distribuzione delle comunità bentoniche presenti nei fondali sabbiosi vicini a queste coste risente fortemente dai livelli di intensità dei fenomeni idrodinamici locali ed in particolare dalla composizione granulometria dei sedimenti da questi determinata. (Farina *et al.*, 1985; Fresi *et al.*, 1983).

I policheti rappresentano uno dei gruppi che meglio descrivono la fisionomia delle comunità di fondo mobile, sia per la loro generale abbondanza sia per la loro elevata diversificazione trofico-funzionale (Gambi *et al.*, 1984).

Scopo di questo lavoro è quello di fornire un contributo alla conoscenza del popolamento a policheti dei fondi mobili infralitorali delle coste dell'Elba ed in particolare del litorale davanti Seccheto, in relazione anche ad altri studi effettuati in zona. Studi precedenti hanno interessato soprattutto la baia di Portoferraio (Castelli e Lardicci, 1985; Lardicci e Ceccherelli, 1994) a nord dell'Elba mentre un solo lavoro si è occupato delle coste meridionali (Farina *et al.*, 1985). Quest'ultimo ha evidenziato come l'idrodinamismo, in queste zone particolarmente esposte ai venti meridionali, rappresenti uno dei fattori che maggiormente influenzano la struttura delle comunità a policheti nell'orizzonte superiore del piano infralitorale.

#### **Materiali e metodi**

L'area scelta per la caratterizzazione della fauna macrobentonica è localizzata a circa 200 metri dalla spiaggia di Seccheto, all'interno di una piccola baia a sud



dell'Isola d'Elba, su un fondale sabbioso, a granulometria variabile, e profondità comprese tra 7 e 10 metri. La scelta di un'area di campionamento così ristretta (circa 11 ettari) è determinata dal fatto che oltre i 12 metri di profondità è presente una densa prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile che si spinge fino ai 35-40 metri.

Tab. 1 - Lista dei policheti raccolti nelle 6 stazioni.

*List of the polychaetes collected in the 6 stations.*

|                                                          | S1  | S2  | S3    | S4 | S5 | S6 |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|-------|----|----|----|
|                                                          | 7 m | 9 m | 0,3 m |    |    |    |
| <i>Capitella minima</i> Langerhans, 1880                 | 1   | 3   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Protodorvillea kefersteini</i> (Mc Intosh, 1879)      | 6   | 3   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Glycera alba</i> (O.F. Muller, 1776)                  | 3   | -   | 1     | -  | -  | -  |
| <i>Lumbrineris (Scoletoma) impatiens</i> Claparède, 1868 | 4   | 1   | 1     | -  | -  | -  |
| <i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)               | -   | 1   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Nicomache trispinata</i> Ardwidsson, 1906             | -   | 1   | 3     | -  | -  | -  |
| <i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818                   | 2   | -   | 4     | 4  | -  | -  |
| <i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)                 | 1   | 1   | 6     | 7  | -  | -  |
| <i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Muller, 1776)             | -   | 1   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1966                   | 4   | 7   | 3     | -  | -  | -  |
| <i>Paradoneis fulgens</i> (Levinsen, 1884)               | 1   | -   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Pseudomystides limbata</i> de Saint Joseph, 1888      | -   | -   | 1     | -  | -  | 2  |
| <i>Pisione remota</i> (Southern, 1914)                   | -   | -   | -     | -  | 1  | -  |
| <i>Saccocirrus papillocercus</i> Bobretzky, 1872         | -   | -   | 3     | -  | 3  | 9  |
| <i>Scolecopsis cantabra</i> (Rjoia, 1918)                | -   | 1   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Scolecopsis squamata</i> (O.F. Muller, 1789)          | 1   | -   | -     | -  | -  | -  |
| <i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870                    | 4   | 3   | 1     | 1  | -  | -  |
| <i>Eusyllis</i> sp.                                      | -   | -   | 8     | 2  | -  | -  |
| <i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863             | 1   | 1   | 74    | 16 | -  | -  |
| Syllidae ind.                                            | -   | 1   | 15    | 5  | -  | -  |
| <i>Syllis</i> sp.                                        | -   | -   | 1     | -  | 3  | -  |

Il campionamento è stato effettuato nel dicembre 2003. Sono state individuate due stazioni vicino a riva a 0,3 metri di profondità (S5 ed S6), due a 7 metri di profondità (S1 ed S2) e due a 9 metri di profondità (S3 ed S4). Il sedimento è stato raccolto con una benna Van Veen da 25 litri di volume e con superficie di raccolta di 0,18 m<sup>2</sup>. Per ogni stazione sono state effettuate tre repliche. Successivamente si è provveduto alla setacciatura su maglia di 1 mm. I campioni sono stati fissati in una soluzione al 5% di formaldeide tamponata e acqua di mare. In laboratorio gli organismi sono stati smistati e, quando possibile, determinati a livello di specie. Il popolamento a policheti dell'area studiata è stato analizzato attraverso il calcolo dei parametri strutturali (numero di individui N, numero di specie S, ricchezza specifica di Margalef D, diversità specifica di Shannon-Weaver H' ed equitabilità di Pielou J) e l'impiego di metodi di analisi multivariata. Questa analisi è stata condotta sulla matrice di abbondanza, dopo trasformazione dei dati secondo la doppia radice quadrata, utilizzando il piano di ordinamento ottenuto tramite il non-metric Multidimensional Scaling (nMDS). La matrice di similarità è stata realizzata utilizzando l'indice di Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994). Le

specie rinvenute nelle sei stazioni sono state riunite in gruppi trofici secondo i criteri di Fauchald e Jumars (1979) e Gambi e Giangrande (1985), considerando cinque principali categorie: carnivori, erbivori, filtratori, detritivori (surface deposit-feeders) e limivori (subsurface deposit-feeders).

## Risultati

Durante il campionamento sono state raccolte 20 specie di policheti appartenenti a 14 famiglie (Onuphidae, Paraonidae, Capitellidae, Syllidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Phyllodocidae, Nephtyidae, Maldanidae, Dorvilleidae, Saccocirridae, Spionidae, Pisionidae e Orbiniidae) (Tab. 1).

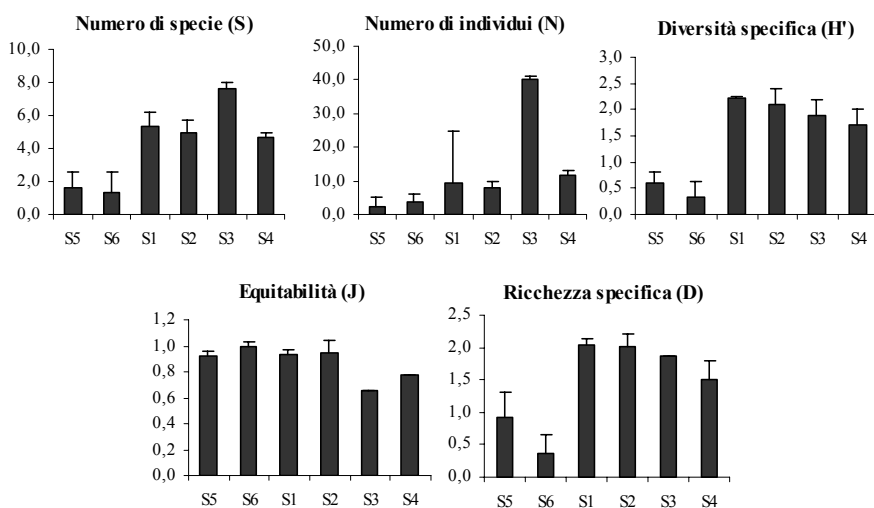


Fig. 1 - Parametri descrittivi (+E.S.) della comunità a policheti di Secchetto. Le stazioni sono poste in ordine di profondità.

*Species diversity and richness descriptors (+S.E.) of the Secchetto polychaetofauna. The stations are ordinated according to depth.*

Tra le specie più abbondanti presenti nelle stazioni profonde sono state rilevate *Aponuphis bilineata* (specie a larga ripartizione ecologica, spesso presente nelle sabbie grossolane sotto l'influenza delle correnti di fondo), *Aricidea cerrutii* e *Protodorvillea kefersteini* (specie tipiche delle sabbie grossolane poco profonde), *Lumbrineris (Scoletoma) impatiens* e *Nephtys hombergii* (specie tipiche delle sabbie fini). Numerosi sono stati, inoltre, i ritrovamenti di specie appartenenti alla famiglia Syllidae, tra cui spicca, per importanza numerica, *Sphaerosyllis hystrix* (specie interstiziale tipica di sabbie grossolane). Questa specie ha costituito la porzione più numerosa dei policheti ritrovati nella stazione S3 (65 individui su 103).

Nelle due stazioni più superficiali è stato rilevato un minore numero di specie con il ritrovamento di solo 4 famiglie (Phyllodocidae, Pisionidae, Saccocirridae e Syllidae), le prime tre rappresentate da una specie ciascuna (*Pseudomystides*

*limbata*, *Pisione remota* e *Saccocirrus papillocercus*, rispettivamente) e l'ultima da *Syllis* sp.

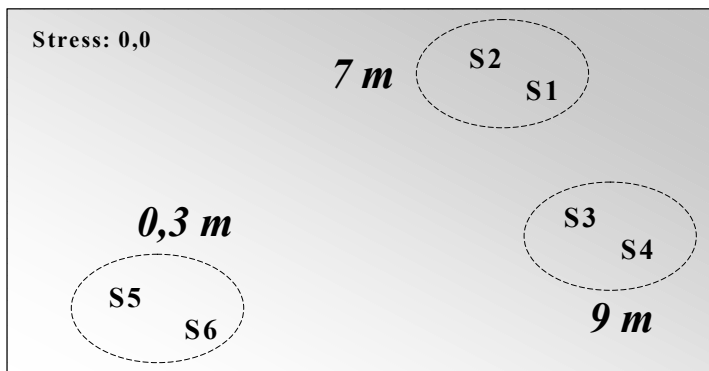


Fig. 2 - Piano di ordinamento n-MDS su dati di abbondanza trasformati (doppia radice quadrata) delle 6 stazioni studiate. Matrice di similarità secondo l'indice di Bray-Curtis.

*MDS ordination of the 6 sites based on 4th root-transformed abundances and a Bray-Curtis similarity matrix.*

L'analisi dei parametri strutturali, calcolata sulla matrice di abbondanza, evidenzia una netta differenza tra le stazioni dislocate a profondità maggiori (S1, S2, S3 ed S4), caratterizzate da popolamenti più ricchi e maggiormente diversificati, rispetto a quelle a bassa profondità (S5 ed S6), dove il popolamento risulta costituito da pochi individui appartenenti a poche specie (Fig. 1). Le stazioni S1, S2 ed S4, tra loro simili, si differenziano dalla stazione S3, che presenta valori di abbondanza e di numero di specie più alti. I valori di diversità specifica ( $H'$ ) risultano nettamente superiori per le stazioni del largo, mentre i valori di equitabilità ( $J$ ) risultano alti e generalmente omogenei in tutte le stazioni, indicando che le abbondanze sono ripartite bene tra le specie presenti. L'ordinamento effettuato mediante MDS (Fig. 2) evidenzia un'ulteriore distinzione tra le stazioni poste a 7 metri (S1 ed S2) e quelle a 9 metri (S3 ed S4), dovuto principalmente alla maggiore presenza, in quest'ultime, di sillidi, a sottolineare l'effetto, seppure lieve, della differente composizione del sedimento. La distribuzione percentuale delle categorie trofiche dei policheti trovati ricalca le differenze osservate con l'n-MDS e con l'analisi dei parametri strutturali (Fig. 1). Nelle stazioni superficiali (S5 ed S6), caratterizzate da una granulometria più elevata, sono presenti esclusivamente policheti con comportamento trofico limivoro e carnivoro. Nelle altre stazioni sono rappresentati tutti i gruppi trofici. Nelle stazioni più profonde (S3 ed S4) dominano i carnivori (44% e 50% rispettivamente). Nelle stazioni S1 ed S2, invece, carnivori, detritivori e limivori sono presenti in percentuali simili, mentre minore risulta la percentuale degli erbivori e dei filtratori (Tab. 2).

Tab. 2 - Valori percentuali dei gruppi trofici dei policheti raccolti nelle 6 stazioni.

*Percentage of different trophic groups of polychaetes collected in the 6 stations.*

| <i>Stazioni</i>       | <b>S5</b>      | <b>S6</b> | <b>S1</b>    | <b>S2</b> | <b>S3</b>    | <b>S4</b> |
|-----------------------|----------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
|                       | <b>(0,3 m)</b> |           | <b>(7 m)</b> |           | <b>(9 m)</b> |           |
| <b>Gruppi trofici</b> |                |           |              |           |              |           |
| Carnivori             | 33             | 50        | 29           | 25        | 44           | 50        |
| Erbivori              | 0              | 0         | 12           | 15        | 11           | 10        |
| Detritivori           | 0              | 0         | 24           | 20        | 17           | 30        |
| Limivori              | 67             | 50        | 24           | 30        | 22           | 0         |
| Filtratori            | 0              | 0         | 12           | 10        | 6            | 10        |

## Conclusioni

La differenza, in termini di abbondanza e di ricchezza specifica, tra il popolamento presente nelle stazioni a 0,3 metri di profondità e quello delle stazioni a maggiore profondità indica come la diversa granulometria del sedimento, abbia un effetto determinante sulla composizione e sulla ripartizione dei policheti in base alle loro differenti affinità per il substrato (Gray, 1981; Gambi *et al.*, 1984) e alle diverse categorie trofiche (Gambi e Giangrande, 1985).

L'eterogeneità della tessitura dei sedimenti è sottolineata dalla presenza, in un'area relativamente piccola, di specie caratteristiche di sabbie fini, di sabbie grossolane e a larga ripartizione ecologica. A tale eterogeneità non si accompagna però una particolare diversificazione del popolamento. La bassa diversità specifica registrata anche nelle stazioni più profonde sembra principalmente legata alla selezione operata dalla forte energia idrodinamica caratteristica di queste coste che, oltre a rappresentare una condizione difficile di vita, riduce i fenomeni di arricchimento e deposizione della sostanza organica. Questi fenomeni rappresentano un ulteriore fattore limitante l'instaurarsi di una comunità bentonica ricca e diversificata. Lo studio di Farina *et al.* (1985) condotto nella vicina baia di Cavoli (caratterizzata da una morfologia della costa molto simile a quella di Seccheto) a profondità di 5 e 12 metri, mostra valori di  $H'$  leggermente superiori (1,9-2,8) a quelli riscontrati in questo studio alle profondità di 7 e 9 metri (1,8-2,1). In quello studio altre stazioni collocate a sud dell'Elba, ma con grado di protezione più elevato, hanno evidenziato valori di  $H'$  più alti. La bassa diversificazione trofica riscontrata nelle stazioni più superficiali è caratteristica delle sabbie ad alta energia ed è un effetto della selezione idrodinamica, mentre i più alti valori di diversità specifica ( $H'$ ) e l'accentuata dominanza dei carnivori nelle stazioni più profonde sono in concordanza con l'aumentare progressivo della eterogeneità del sedimento (Gambi e Giangrande, 1985). Minori risultano le differenze tra le stazioni a 7 ed a 9 metri di profondità dovute, essenzialmente, ad una diversa ripartizione dei gruppi trofici tra le specie raccolte.

Le specie interstiziali sono risultate abbondanti, soprattutto nelle stazioni vicine a battigia. Questa componente meiobentonica, al contrario di quella macrobentonica, risulta meno sensibile all'azione del moto ondoso, sia perché l'ambiente interstiziale rappresenta un buon rifugio sia perché in questi ambienti la principale fonte di nutrimento è rappresentata dai batteri, presenti in abbondanza anche in zone estreme come queste (McIntyre, 1972).

L'effetto combinato del gradiente batimetrico e del regime idrodinamico sulla componente bentonica a policheti determina l'instaurarsi, nell'area studiata, di due tipi di comunità: una più povera e dominata da specie interstiziali, a 0,3 metri di profondità ed una più ricca e diversificata tra 7 e 9 metri di profondità.

### Bibliografia

- CASTELLI A., LARDICCI C. (1985) - Note preliminari allo studio dei Policheti della Baia di Portoferraio (Isola d'Elba). *Oebalia*, **11** (3): 763-766.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Natural Environment Research Council UK: 144 pp.
- FARINA R., CASTELLI A., LARDICCI C. (1985) - Distribuzione dei Policheti sui fondi mobili infralitorali delle coste meridionali dell'Isola d'Elba (Arcipelago Toscano). *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **116**: 25-34.
- FAUCHALD K., JUMARS P. (1979) - The diet of the worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **17**: 193-284.
- FRESI E., GAMBI M.C., FOCARDI S., BARGAGLI R., BALDI F., FALCIAI L. (1983) - Benthic communities and sediment types: a structural analysis. *PSZN, Marine ecology*, **4** (2): 101-121.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRESI E. (1984) - Policheti di fondo mobile del golfo di Salerno: ipotesi di un modello di distribuzione generale. *Nova Thalassia*, **7** (Suppl. 3): 231-243.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (1985) - Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei policheti nei fondi mobili del golfo di Salerno. *Oebalia*, **11**: 223-240.
- GRAY J.S. (1981) - *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press, Cambridge: 185 pp.
- LARDICCI C., CECCHERELLI G. (1994) - Dinamica di popolazione di una specie del complesso *Capitella capitata* in un piccolo bacino salmastro dell'isola d'Elba. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 355-356.
- McINTYRE A.D. (1972) - Control factors on meiofauna populations. *Thalassia Jugosl.*, **7**: 209-215.

S. VERDELLI, E. GIACCO<sup>1</sup>, C. CORRÀ<sup>2</sup>, F. GARAVENTA,  
M. CHIANTORE<sup>2</sup>, M. FAIMALI, R. CATTANEO-VIETTI<sup>2</sup>

CNR – ISMAR, Sezione Tecnologie Marine, Via De Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.

<sup>1</sup>DI.BI.S.A.A., Università di Genova, Italia.

<sup>2</sup>DIP.TE.RIS., Università di Genova, Italia.

## ALGAL COVER EFFECTS ON MACROZOOBENTHIC COMMUNITY DEVELOPMENT ON PANELS OF NATURAL AND ARTIFICIAL MATERIALS

### *EFFETTI DEL RICOPRIMENTO ALGALE SULLA COMUNITÀ MACROZOOBENTONICA SVILUPPATA SU PANNELLI DI MATERIALI NATURALI ED ARTIFICIALI*

#### **Abstract**

*During development of benthic communities, complex mechanisms modulate interactions between substratum and organisms, influencing community structure and species composition. The aim of this work is to quantify the percent cover of the most representative taxa which settled on four materials (glass, marble, quartz and cemonit), taking into account the effects of algal cover on the development of the macrofaunal community. Three series of panels were immersed in Genoa harbour for one month in light conditions in order to allow algal community development; after that period panels remained for three months in shade conditions. The percent cover of different taxa was analysed to check differences in macrozoobenthic settlement. The results show that algal cover strongly inhibits the development of the macro zoobenthic community.*

**Key-words:** *algal mats, benthic communities, biological settlement, materials.*

#### **Introduction**

The development of benthic community is influenced by different factors: physical and chemical properties of substratum (Cerrano *et al.*, 1999) and the competition between different taxa (Pannacciulli *et al.*, 2001). Authors evidenced that algae produce phlorotannin compounds that probably are able to inhibit the settlement of other taxa during the first phase of substrata colonisation (Lau and Qian, 1997; Potin *et al.*, 2002). The aim of this work is to evidence how an homogeneous algal cover, developed on different substrata, can screen the effects of materials and influence the composition of a typical benthic community.

#### **Materials and methods**

Different panels have been used, two natural (marble and quartz) and two artificial (glass and cemonit). Three series of panels of different materials (3 tesserae for each material and for each treatment) were immersed in Genoa harbour for one month (May 2002), exposed to direct sun light. After this period, one series (Treatment 1: to analyse the effect of material on algal community development) was cleaned from algal cover and all series (Treat. 1, 2 and 3) were re-immersed in the shade. After 1 month, treatments 1 and 2 (to analyse the effect of the presence of the algal cover, on different substrata, on settlement of macrofaunal community) were sampled and treatment 3 remained two more months at

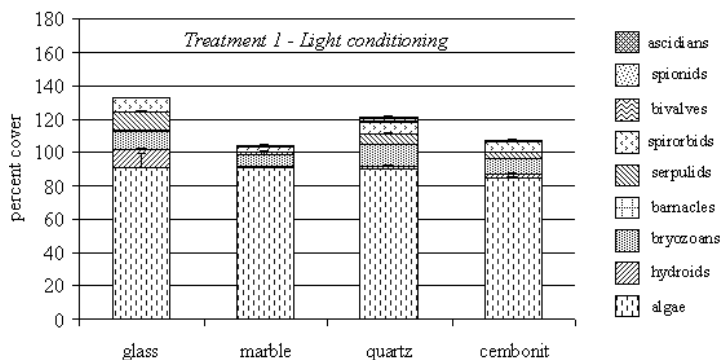


Fig. 1 - Taxonomic composition of the "Light Conditioning" (treatment 1) community.  
*Composizione tassonomica della comunità "Condizionamento alla luce" (trattamento 1).*

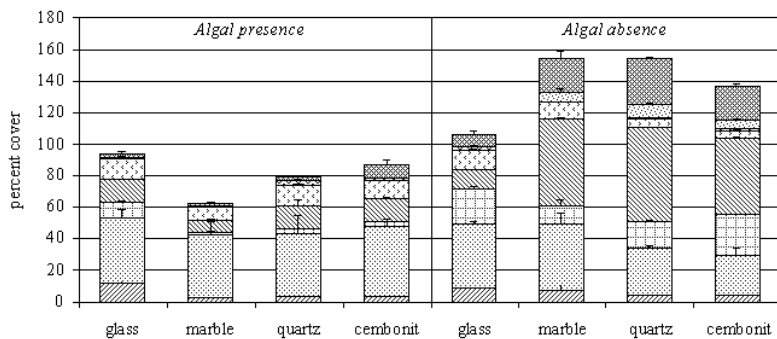


Fig. 2 - Taxonomic composition of the "Algal presence" (treat. 1) and "Algal absence" (treat. 2) communities.  
*Composizione tassonomica della comunità "Presenza algale" (tratt. 1) ed "Assenza algale" (tratt. 2).*

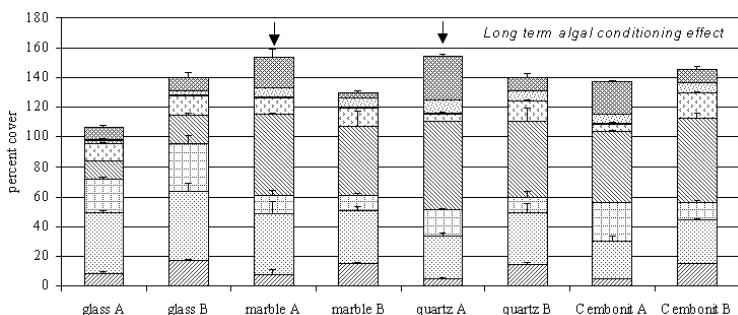


Fig. 3 - Comparison between the "Algal absence" (treat. 1) community (A) and a series (B) undergone similar conditions as the "Algal presence" community but immersed two months longer (treat. 3).

*Confronto tra la comunità "Assenza algale" (A) (tratt. 1) e la serie (B) sottoposta alle stesse condizioni della comunità "Presenza algale" ma immersa per altri due mesi (tratt. 3).*



sea in the shade. For each sample the percent cover of 9 taxa (algae, hydroids, bryozoans, barnacles, serpulids, spirorhids, bivalves, spionids and ascidians) was evaluated according to Dethier's method (Dethier *et al.*, 1993). Treatment 1 data were analysed by one-way analysis of variance (ANOVA) to test for differences in the percent cover of algae among substrata. Differences in macrofaunal percent cover among substrata from treatment 2 were represented by non-parametric multidimensional scaling (nMDS) followed by one-way analyses of similarities (ANOSIM).

## Results

During the conditioning at light (Treat. 1) an homogeneous algal mat grew on each panel (Fig. 1), while all the other taxa showed very low percent cover; the one-way ANOVA showed that the different materials have no significant effects on the algal development ( $F = 3.82$ ;  $p = 0.0575$ ).

Results of Treat. 2 (Fig. 2) show that both in the presence and in the absence of the algal cover, the nature of substratum affects macrofaunal community development (ANOSIM: substratum without algae, Global  $R = 0.336$ ,  $p = 0.02$ ; substratum with algal cover, Global  $R = 0.46$ ,  $p = 0.03$ ); in addition, ANOSIM on algal cover effect shows that it strongly influences the composition of the two different communities (Global  $R = 0.52$ ,  $p = 0.001$ ).

The comparison between Treat. 1 and Treat. 3 (Fig. 3) shows that the community coverage developed over the natural substrata (marble and quartz) in one month in the shade after algal removal is higher than that grown in three months, in the shade, after the algal conditioning.

## Conclusions

The different materials do not show any significant effect on the development of the algal cover under direct sun exposure.

After one month in the shade the algal conditioning affects the settlement of macrofaunal organisms, although also the different materials affect, inconsistently, the macrofaunal community development and composition.

Algal conditioning on natural substrata has a long term effect, inhibiting the macrofaunal community development which, even after three months in the shade, is less conspicuous than in one month old clean substrata.

The algal cover inhibits the development of the macrofaunal community by physical (spatial) interaction and, probably, because of the production of algal secondary metabolites that could prevent the settlement of other macro-organisms (Lau and Qian, 1997; Potin *et al.*, 2002).

## References

- CERRANO C., ARILLO A., BAVESTRELLO G., BENATTI U., CALCINAI B., CATTANEO-VIETTI R., CORTESOGNO L., GAGGERO L., GIOVINE M., PUCE S., SARÀ M. (1999) – Organism-quartz interactions in structuring benthic communities: towards a marine bio-mineralogy? *Ecol. Lett.*, **2**: 1-3.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., GOHEN S., TEAR L.M. (1993) – Visual versus random-point percent cover estimations: "objective" is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.

- LAU S.C.K., QUIAN P.-Y. (1997) – Phlorotannins and related compounds as larval settlement inhibitors of the tube-building polychete *Hydroides elegans*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **159**: 219-227.
- PANNACCIULLI F.G., GRILLO G.K., HILLS J.M., THOMASON J.C., RELINI G. (2001) – Effect of surface roughness on the composition of barnacle and serpulid communities in Genoa harbour. *Biol. Mar. Med.*, **8** (1): 598-601.
- POTIN P., BOUARAB K., SALAUN J.P., POHNERT G., KLOAREG B. (2002) – Biotic interactions of marine algae. *Curr. Opin. Plant. Biol.*, **5**: 1-10.

G. ALABISO, M. GIACOMINI\*, M. MILILLO, P. RICCI

CNR – Ist. Ambiente Marino Costiero, Sez. Talassografico “A. Cerruti”, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.

\*DIST, Università di Genova, Italia.

## THE TARANTO SEA SYSTEM: 8 YEARS OF CHEMICAL-PHYSICAL MEASUREMENTS

### *IL SISTEMA DEI MARI DI TARANTO: OTTO ANNI DI MISURE CHIMICO-FISICHE*

#### **Abstract**

*In the present paper the variations and interactions of variables concerning both seawater and suspended matter in the Taranto Sea System are presented. The variables examined were: temperature, salinity, chl-a, dry weight and organic matter. Sampling was carried out from 1996 to 2003 at nine stations. The data obtained showed that the basins are characterized by different levels of confinement and eutrophication that are higher moving from the Mar Grande basin to the innermost inlet of the Mar Piccolo basin.*

**Key-words:** *suspended particulate matter, physicochemical properties, chlorophyll-a, Mar Piccolo of Taranto.*

#### **Introduction**

This work is carried out within a project which aims to construct a mathematical model for the variations and interactions of parameters concerning both seawater and suspended matter in the Mar Piccolo of Taranto (Mediterranean Sea). Therefore, a multi-annual study was planned on the modifications induced by the human activities to distinguish them from those due to both the seasonal and spatial variation and the exchanges with the neighbouring basin of Mar Grande. This basin, assimilable to an estuary (Cerruti, 1938; Vatova, 1972; Strusi and Pastore 1975), is a complex mixing zone displaying several interrelated chemical-physical and biological conditions. The first aim of this study was to define the changes in the chemical-physical characteristics of seawater and in the composition, as organic matter and dry weight, of particulate matter, through several years of observation.

#### **Materials and methods**

The physical, chemical and biological variables examined were: temperature, salinity, chlorophyll-*a*, dry weight (DW) and organic matter (OM). Sampling was carried out twice a month from January 1996 to December 2003 at both surface and 7 m of depth at seven stations in the Mar Piccolo (MP) [4 in the First Inlet (FI), and 3 in the Second Inlet (SI)]. Sampling was carried out in two stations in Mar Grande (MG) as well (Fig. 1). Salinity and temperature were measured with a ME CTD 1500 probe. Suspended particulate matter was collected by filtration on Whatman GF/F pre-combusted glass fibre filters. Total particulate matter was determined as dry weight; organic matter by ponderal way heating filters at 450 °C for 1 hour. Chl-*a* was extracted in anhydrous methyl alcohol according with the method of Talling and Driver (1963). The data collected were statistically processed by ANOVA, to evaluate the changes in space and time of correlation,

slope of linear regression, mean values and variances of the examined variables. For the functional relation between DW and OM a non-linear regression for all the data coming from every station:  $OM = \alpha DW^{\beta}$  was chosen.

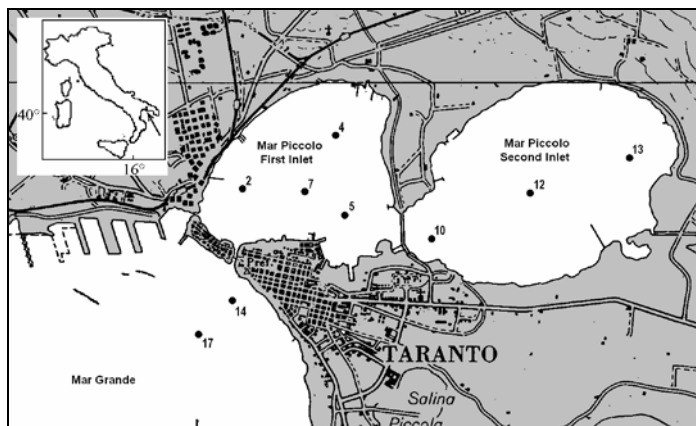


Fig. 1 - Geographic location of the sampling stations.

*Collocazione geografica delle stazioni di campionamento.*

## Results

The mean values ( $\pm$  S.D., as a variability index) of temperature, salinity, Chl-*a*, DW and OM data, calculated throughout the observation period, is reported in Fig. 2. Chl-*a*, OM and DW concentrations increased moving from MG towards SI. Salinity values abruptly decreased from MG to MP (FI and SI). Considering the entire period of observation, the t-test for surface and depth, in every MG station, did not show any significant differences. On the contrary, there was a significant difference at one of the FI stations for chlorophyll and DW, and significant differences for the same variables in the SI stations (Tab. 1).

Tab. 1 - t-test between surface and depth in every station.

*t-test tra superficie e profondità in ciascuna stazione.*

|    |        | T        | S        | Chl      | DW       | OM       |
|----|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MG | St. 17 | 2.07E-06 | 3.83E-20 | 1.35E-03 | 3.98E-04 | 5.98E-10 |
|    | St. 14 | 3.34E-09 | 1.05E-29 | 6.93E-03 | 1.76E-04 | 8.37E-08 |
| FI | St. 7  | 7.57E-04 | 5.11E-40 | 1.51E-01 | 3.80E-01 | 5.24E-02 |
|    | St. 2  | 9.75E-05 | 2.46E-37 | 3.81E-02 | 7.67E-04 | 2.09E-04 |
|    | St. 4  | 9.26E-06 | 8.97E-05 | 4.09E-02 | 2.37E-02 | 1.76E-03 |
|    | St. 5  | 4.89E-03 | 8.97E-07 | 6.50E-02 | 5.72E-02 | 1.88E-03 |
|    | St. 10 | 6.09E-03 | 2.72E-10 | 1.22E-01 | 7.43E-01 | 9.10E-02 |
| SI | St. 12 | 9.39E-05 | 2.10E-23 | 8.87E-01 | 4.51E-01 | 2.08E-03 |
|    | St. 13 | 3.54E-04 | 6.05E-19 | 3.72E-01 | 6.98E-01 | 9.79E-02 |

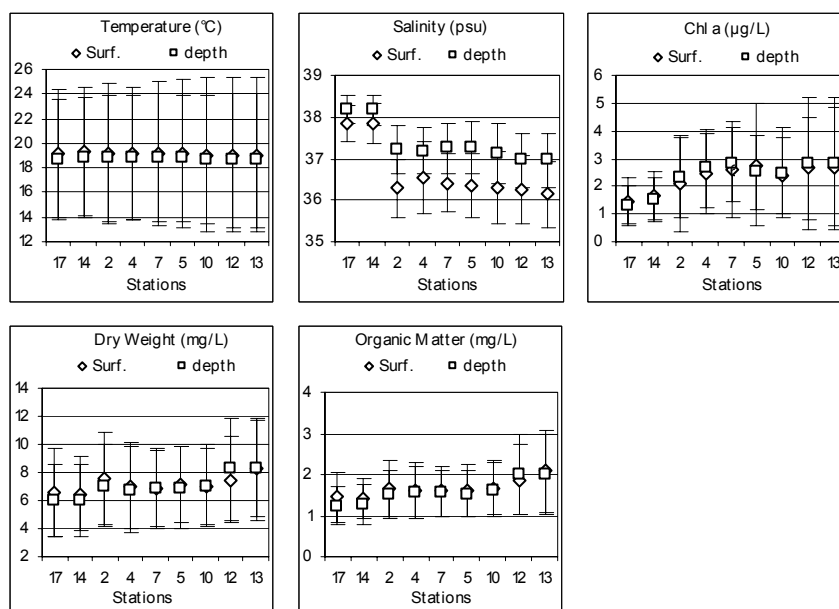


Fig. 2 - Mean values ( $\pm$  S.D., as a variability index) of the studied variables.

*Valori medi ( $\pm$  S.D., come indice di variabilità) delle variabili studiate.*

Correlation analysis between surface and depth data showed the following correlation coefficients: for temperature:  $>0.97$  in all stations; for salinity:  $>0.77$  in the MG,  $>0.75$  in the FI and  $>0.65$  in the SI; for chlorophyll:  $0.65$  in MG,  $>0.55$  in the FI and  $>0.64$  in the SI; for DW and OM  $>0.81$  in all the stations (Tab. 2). The correlation among the variables in every station showed that temperature had a high influence on salinity ( $>0.7$ ) in the SI, a medium influence in FI ( $>0.65$ ) (with the exception of St. 4 characterized by a freshwater spring) and no influence in MG. OM and DW are always highly correlated ( $>0.8$ ).

Tab. 2 - Correlation matrix between surface and depth.

*Matrice di correlazione tra superficie e profondità.*

|    |       | T    | S    | Chl  | DW   | OM   |
|----|-------|------|------|------|------|------|
| MG | St 17 | 0.97 | 0.78 | 0.65 | 0.83 | 0.82 |
|    | St 14 | 0.98 | 0.77 | 0.66 | 0.85 | 0.82 |
| FI | St 2  | 0.99 | 0.68 | 0.56 | 0.84 | 0.83 |
|    | St 4  | 0.98 | 0.80 | 0.71 | 0.89 | 0.88 |
|    | St 5  | 0.98 | 0.78 | 0.59 | 0.84 | 0.83 |
|    | St 7  | 0.98 | 0.77 | 0.67 | 0.84 | 0.85 |
| SI | St 10 | 0.97 | 0.70 | 0.70 | 0.88 | 0.85 |
|    | St 12 | 0.97 | 0.70 | 0.62 | 0.85 | 0.85 |
|    | St 13 | 0.98 | 0.70 | 0.86 | 0.81 | 0.81 |

For the functional relation between DW and OM ( $OM = \alpha DW^\beta$ ) the data for the entire period of time, from both surface and depth, showed that all the stations were characterized by different constants and exponents (Tab. 3, Fig. 3). Moving from MG to SI, the rate of downward trend for the proportion of OM in DW, as the DW concentration increased, increased ( $\beta$  in the relation  $OM = \alpha DW^\beta$ ), as well as the constant  $\alpha$  decreased. In the inner part of SI, being  $\beta \approx 1$ , the proportion of OM in DW was fairly independent on the DW, implying that OM was proportional to DW. As regards temperature, the annual trend showed an uncertain positive trend in every station ( $r^2 = 0.74$ ), which, was strengthened by the power increase in the continuous component of the temperature signal calculated with Fourier coefficients. In Fig. 4, as an example, are reported the St. 17 data.

Tab. 3 - Coefficients of non linear regression:  $OM = \alpha DW^\beta$ .  
*Coefficienti della regressione non lineare:  $OM = \alpha DW^\beta$ .*

|    |       | surf.    |         |       |     | depth    |         |       |     |
|----|-------|----------|---------|-------|-----|----------|---------|-------|-----|
|    |       | $\alpha$ | $\beta$ | $r^2$ | F   | $\alpha$ | $\beta$ | $r^2$ | F   |
| MG | St.17 | 0.38     | 0.71    | 0.65  | 361 | 0.34     | 0.67    | 0.63  | 373 |
|    | St 14 | 0.38     | 0.71    | 0.68  | 383 | 0.35     | 0.72    | 0.67  | 418 |
| FI | St 2  | 0.35     | 0.77    | 0.70  | 421 | 0.35     | 0.74    | 0.69  | 373 |
|    | St 4  | 0.36     | 0.76    | 0.64  | 316 | 0.37     | 0.74    | 0.67  | 373 |
|    | St 5  | 0.34     | 0.80    | 0.68  | 314 | 0.36     | 0.74    | 0.71  | 335 |
|    | St 7  | 0.32     | 0.83    | 0.74  | 524 | 0.34     | 0.77    | 0.70  | 366 |
| SI | St 10 | 0.32     | 0.84    | 0.68  | 292 | 0.35     | 0.78    | 0.68  | 313 |
|    | St 12 | 0.31     | 0.88    | 0.66  | 345 | 0.33     | 0.82    | 0.66  | 319 |
|    | St 13 | 0.28     | 0.93    | 0.65  | 295 | 0.30     | 0.88    | 0.66  | 384 |

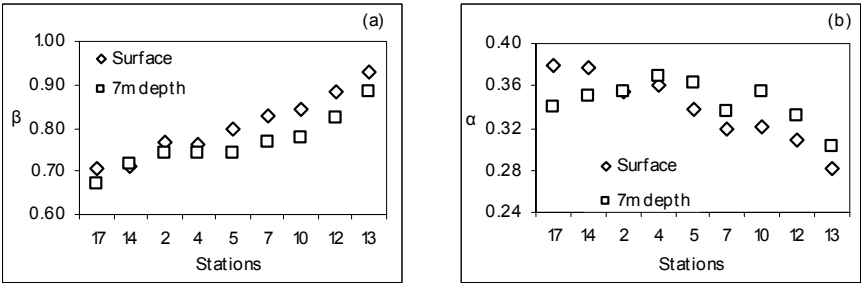


Fig. 3 - Exponent (a) and constant (b) in:  $OM = \alpha DW^\beta$  in all stations.  
*Esponente (a) e costante (b) in:  $OM = \alpha DW^\beta$  in tutte le stazioni.*

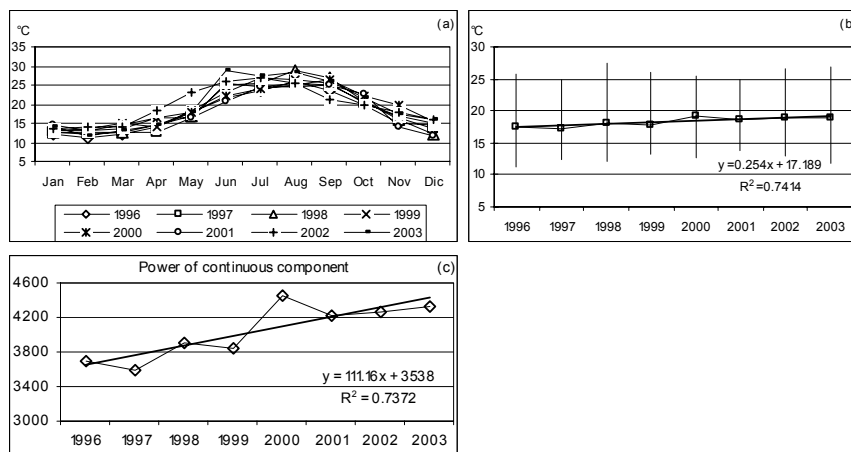


Fig. 4 - St. 17: mean monthly temperature values (a); mean, minimum and maximum annual temperature values (b); power of continuous component of the temperature signal (c).  
 St. 17: medie mensili della temperature (a); medie, valori minimi e massimi annuali (b); potenza della componente continua del segnale temperatura (c).

## Conclusions

The data obtained were in agreement with the literature data for these basins (Alabiso *et al.*, 1997; Alabiso *et al.*, 1998; Alabiso *et al.*, 2000; Strusi and Pastore, 1975, Vatoa, 1972) and showed that the basins were characterized by different levels of confinement. Seawater temperature played an important role in determining salinity conditions in MP, mainly in the SI. Chl-*a*, OM and DW data pointed out a condition of progressive eutrophication, moving from MG to SI. Seawater temperature showed a positive trend during the 8 examined years, but, obviously, this time series is too short to define a certain tendency.

## References

- ALABISO G., CANNALIRE M., GHIONDA D., MILILLO M., LEONE G., CACIORGNA O. (1997) - Particulate matter and chemical-physical conditions of an inner sea: the Mar Piccolo in Taranto. A new statistical approach. *Marine Chemistry*, **58**: 373-338.
- ALABISO G., MILILLO M., GHIONDA D., LEONE G. (1998) - La sostanza particellata nel Mar Piccolo di Taranto. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 758-764.
- ALABISO G., GHIONDA D., MILILLO M., LEONE G., CACIORGNA O. (2000) - Particulate matter and Chemical-Physical conditions in the Gulf of Taranto. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 881-888.
- CERRUTI A. (1938) - Ricerche oceanografiche compiute nel Mar Piccolo, nel Mar Grande e nel Golfo di Taranto durante il triennio 1932-34. *Atti R. Acc. Sc. Napoli*, **1**, Serie 3<sup>a</sup> (2): 169 pp.
- STRUSI A., PASTORE M. (1975) - Osservazioni idrografiche del Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto. Campagna 1970-71. *Oebalia*, **1**: 1-64.
- TALLING J.F., DRIVER D. (1963) - Some problems on the estimation of chlorophyll-*a* in phytoplankton. U.S. Atomic Energy Comm. *Proceedings Conference of Primary measurements, marine and freshwater*. Hawaii TID 7633: 142-146.
- VATOVA A. (1972) - Osservazioni fisico-chimiche periodiche nel Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). *Boll. Pesca Pisc. Idrob.*, **27** (N.S.) 1: 43-79.



M. BENFANTE, M. MILAZZO, A. PALMERI, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.

## UN APPROCCIO A GRANDE SCALA PER LA CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE COSTIERO

### *LARGE SCALE APPROACH FOR THE CLASSIFICATION OF THE COASTAL ZONE*

#### **Abstract**

*This study took into account the fish and macrobenthic assemblages associated to the rocky shores of the Marettimo island (western Sicily). Two visual census techniques were used: a modified version of count point for the benthos and a standard linear transect for the fish fauna. A classification map suitable to the scale of this study was elaborated basing on the obtained results.*

**Key-words:** *diving surveys, ecological zonation, macrobenthos, marine fish.*

#### **Introduzione**

In uno studio di supporto alla zonizzazione di un'area marina protetta è necessario impiegare un livello di risoluzione sufficiente per la classificazione del patrimonio naturale da proteggere e gestire e che comprenda al suo interno la maggior parte dei processi che interessano la fascia costiera (Boero *et al.*, 1999). La scelta di una scala chilometrica appare spesso la più appropriata (Edgar e Barrett, 1999). Data la natura dell'intervento e considerata l'ampia area d'indagine, in alternativa alle classiche tecniche di campionamento, in questo studio viene proposto un metodo che risponda a criteri etico-scientifici e che, in tempi ragionevoli e con un buon grado di accuratezza, possa definire lo stato attuale dell'area e fornire una prima classificazione partendo da stime di biodiversità.

#### **Materiali e metodi**

L'indagine è stata effettuata sui popolamenti ittici e macrobentonici dell'infra-litorale roccioso dell'isola di Marettimo ed è stata strutturata secondo le metodologie previste dai "one-off baseline studies" (Kingsford e Battershill, 1998).

L'isola è stata suddivisa in quattro settori corrispondenti a porzioni di costa omogenee per caratteristiche morfologiche, geologiche e biologiche (Fig. 1). L'individuazione dei settori è stata effettuata prescindendo dalla zonizzazione attuale dell'AMP, considerata ininfluyente ai fini dell'indagine. All'interno di ciascun settore sono stati scelti casualmente due siti, in ognuno dei quali è stato condotto un campionamento stratificato con allocazione semplice delle stazioni di campionamento (Kingsford e Battershill, 1998); in ogni sito sono state effettuate 12 repliche. Per i rilevamenti, effettuati in due fasce di profondità (4-7 m e 12-16 m), sono state adoperate due tecniche di censimento visivo (Brock, 1954): i punti fissi per il macrobenthos ed i transetti lineari per l'ittiofauna (D'Anna *et al.*, 1999; De Girolamo e Mazzoldi, 2001).

I descrittori del macrobenthos sono stati suddivisi in due categorie: le specie d'interesse naturalistico (SIN) e le specie d'interesse protezionistico (SIP). Le SIN

comprendono tutte quelle specie che per le loro caratteristiche possono essere influenzate, direttamente o indirettamente, dall'opera di conservazione e che rispondono al concetto di "indicatori" di Gladstone (2002). Le SIP sono invece quei taxa considerati minacciati o in via d'estinzione per il Mediterraneo (Boudouresque *et al.*, 1996; Scotti e Chemello, 2000).

Il riconoscimento dei *taxa* macrobentonici è stato effettuato in immersione durante la quale l'operatore stima il numero di specie presenti ed il relativo ricoprimento percentuale all'interno di una circonferenza con raggio di 2 m, per un totale di 12,57 m<sup>2</sup>.

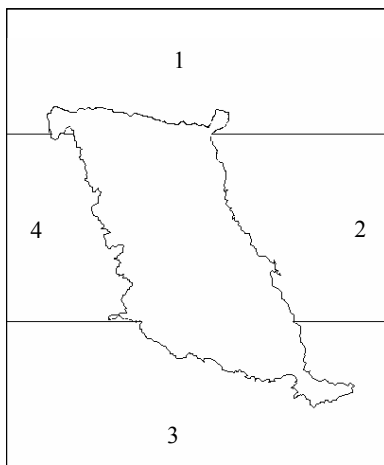


Fig. 1 - Settori dell'isola di Marettimo.  
*Sectors of Marettimo island.*

I transetti lineari, anch'essi condotti in immersione, hanno permesso l'identificazione dell'ittiofauna all'interno di un volume d'acqua delimitato dalla lunghezza del transetto (25 metri lineari) e da una larghezza ed una altezza pari a 5 metri (per un totale di 625 m<sup>3</sup>). Le singole specie ittiche sono state censite in otto classi d'abbondanza.

Dalle matrici specie/campione relative al macrobenthos e alla fauna ittica, per ogni sito di ciascun settore, sono stati calcolati la ricchezza specifica e l'indice di diversità di Shannon. Analisi uni- e multivariate sono state adoperate per la valutazione di eventuali differenze nella distribuzione dei due popolamenti.

## Risultati e conclusioni

Nel corso dei campionamenti sono stati rinvenuti 76 *taxa* macrobentonici (14 SIP, 62 SIN) e 36 specie ittiche.

L'analisi della varianza (ANOVA) ed il test di comparazione a posteriori (test SNK) hanno evidenziato che, per quanto riguarda la ricchezza specifica (S), il macrobenthos (SIN+SIP) presenta nei settori 1, 2 e 3 valori significativamente maggiori rispetto al settore 4.

In particolare le SIP sono omogeneamente distribuite lungo tutte le coste dell'isola e non presentano punti di addensamento. Per la forte dipendenza (*sensu* Chemello e Russo, 2000), dal sito sono da evidenziare i popolamenti ad *Astroides calycularis*.

La fauna ittica, invece, non ha mostrato differenze significative rispettivamente nei settori 2 e 4 ed 1 e 3, con questi ultimi che presentano valori di S significativamente inferiori.

L'analisi multivariata nMDS effettuata sul macrobenthos ha mostrato evidenti differenze in composizione e struttura sia alla scala dei siti che alla scala dei settori (Fig. 2). La nMDS relativa alla fauna ittica, invece, ha messo in evidenza differenze meno pronunciate soprattutto alla scala dei siti (Fig. 3). In base alla distribuzione dei valori dell'indice di Shannon sia per l'ittiofauna che per il macrobenthos è stata realizzata una mappa di classificazione della costa di Marettimo (Fig. 4). Questa può essere utilizzata per definire i valori di pregio naturalistico (*sensu* Chemello e Russo, 2000) dei diversi settori dell'isola. Dall'analisi sintetica su entrambi i popolamenti risulta che i settori che presentano un valore maggiore (e teoricamente più degni di protezione) sono il settore 2 ed il settore 4.

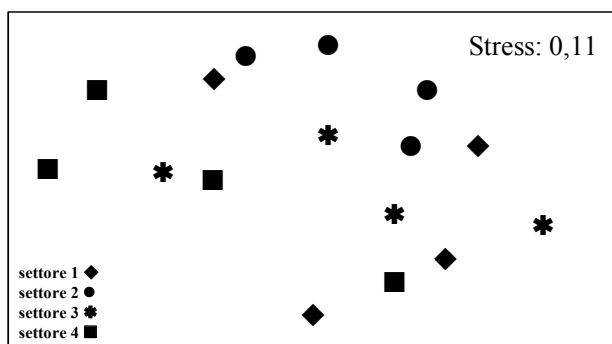


Fig. 2 - nMDS sulla componente macrobentonica.  
*nMDS on the macrobenthic assemblages.*

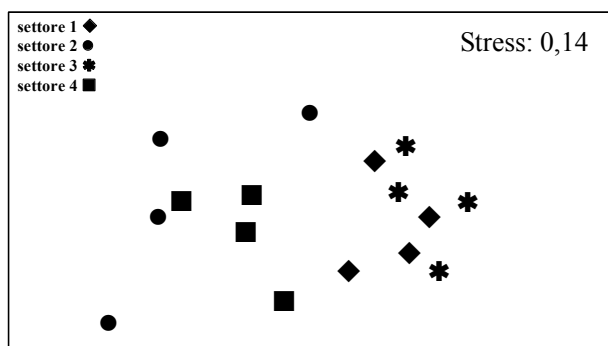


Fig. 3 - nMDS sulla componente ittica.  
*nMDS on the fish assemblages.*

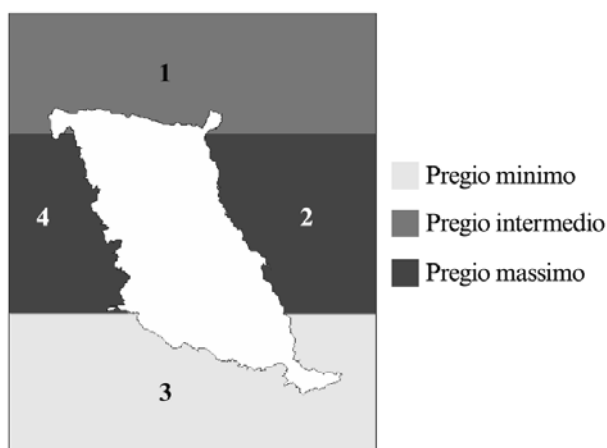


Fig. 4 - Classificazione dell'infralitorale roccioso dell'isola di Marettimo.  
*Classification of the rocky infralittoral of Marettimo island.*

Il metodo impiegato è da ritenersi preliminare e la sua efficacia potrebbe essere valutata oltre che in AMP già esistenti anche in istituendo aree marine protette.

### Bibliografia

- BOERO F., BRIAN F., MICHELI F. (1999) - *Scientific design and monitoring of Mediterranean Marine protected areas*. CIESM Workshop Series, **8**: 64 pp.
- BOUDOURESQUE C.F., BEAUBRUN P.C., RELINI G., TEMPLADO J., VAN KLAVEREN M.C., VAN KLAVEREN P., WALMSLEY J.G. (1996) - *Critères de sélection et liste révisée des espèces en danger et menacées (marine et saumâtres) en Méditerranée*. Gis Posidonie Publications, Marseille: 67 pp.
- CHEMELLO R., RUSSO G.F. (2001) - *MaREP, una metodica per la valutazione della qualità ambientale nelle aree marine protette*. Valtrend Ed., Napoli: 46 pp.
- D'ANNA G., LIPARI R., BADALAMENTI F., CUTTITTA A. (1999) - Question arising from the use of visual census techniques in natural and artificial habitats. *Natural. Sicil.*, **23**: 187-204.
- EDGAR G.J., BARRET N.S. (1999) - Effects of the declaration of marine reserves on Tasmanian reef fishes, invertebrates and plants. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **242**: 107-144.
- GLADSTONE W. (2002) - The potential value of indicator groups in the selection of marine reserves. *Biological Conservation*, **104**: 211-220.
- KINGSFORD M., BATTERSHILL C. (1998) - *Studying temperate marine environments. A handbook for ecologist*. Canterbury University Press. Christchurch, New Zealand: 335 pp.
- DE GIROLAMO M., MAZZOLDI C. (2001) - The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Marine Environmental Research*, **51**: 1-16.
- SCOTTI G., CHEMELLO R. (2000) - I molluschi marini mediterranei degni di protezione: stato delle conoscenze e forme di tutela. *Bollettino Malacologico*, **36**: 61-70.

C. BONAVIRI\*, V. CARINI, G. GENNA, P. GIANGUZZA\*

\*Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Palermo,  
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

## ANALISI PRELIMINARE DELLA PESCA ARTIGIANALE NELL'AREA DEL BISCIONE (SICILIA SUD-OCCIDENTALE)

### *PRELIMINARY ANALYSIS OF ARTISANAL FISHERY IN THE BISCIONE AREA (SOUTH-WESTERN SICILY)*

#### **Abstract**

*Data about fishery fleet composition, fishermen's social state and catches composition were collected in the Biscione area (SW Sicily), from March to July 2003. The most abundant species caught by trammel net were Sepia officinalis, Octopus vulgaris, Palinurus elephas, Homarus gammarus, Sarpa salpa, Scorpaena spp. and Labridae. The area of study is merely a landing place and lacks either harbour facilities or a marketing place. Fish is immediately sold after landing and carried away to their final destination.*

**Key words:** *artisanal fishing, fishing vessels, catch composition.*

#### **Introduzione**

Fra l'autunno del 2002 e il luglio 2003, in un'area della costa sud-occidentale della Sicilia compresa tra i porti di Mazara del Vallo e di Marsala, è stata condotta un'indagine tesa a colmare una lacuna sui rendimenti e la composizione in specie della piccola pesca. L'indagine è stata svolta nell'ambito del corso di alta formazione "Esperto per la gestione integrata della fascia costiera e zone umide con metodologie innovative" attuato dall'Istituto di Ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente IRMA-CNR e finanziato dal MIUR-FSE. Obiettivo è stato la raccolta di dati di base e la caratterizzazione dell'attività di pesca, che nell'area in oggetto utilizza spesso approdi privi di infrastrutture portuali e servizi, che non offrono né sicurezza ai natanti né attrezzature per la conservazione e commercializzazione del pescato. La loro precarietà evidente tuttavia contrasta con la vivacità dell'attività di pesca e con l'intensa fruizione da parte della comunità locale. Una conoscenza diretta della situazione è necessaria per la migliore comprensione del ruolo della piccola pesca e per un' oculata gestione e tutela delle risorse della fascia costiera.

#### **Materiali e metodi**

Al fine di definire la consistenza della flotta e la distribuzione spaziale degli approdi utilizzati dai pescatori è stato effettuato un sopralluogo lungo i 30 Km circa di costa tra Marsala e Mazara del Vallo. Si è osservato che il luogo di attracco e sbarco per il 69% delle barche censite è l'approdo denominato "porto Torrazza". Le barche rimanenti si dislocano in modo puntiforme lungo il litorale e nell'approdo in località "Torre Scibiliana". Pertanto si è deciso di svolgere lo studio nel "porto di Torrazza" (Fig. 1) che rappresenta il luogo di concentrazione della flottiglia e raduno delle categorie interessate.



Fig. 1 - Area di studio.  
*Study area.*

L'acquisizione dei dati è stata effettuata con due metodologie differenti: per la valutazione della flotta peschereccia sono stati consultati i dati ufficiali riferiti all'anno 2002 reperibili presso gli Uffici marittimi e le cooperative di pesca, mentre per la valutazione dell'entità delle catture sono stati svolti rilevamenti censitari del pescato al momento dello sbarco in banchina. I rilevamenti sono stati condotti tra marzo e luglio del 2003 per un totale di 115 sbarchi di pesca. I dati di sbarco sono stati presi di volta in volta sul maggior numero possibile delle barche operative che utilizzavano il tremaglio. Non sempre è stato possibile determinare gli esemplari sbarcati fino a livello di specie. Nel corso dei rilevamenti è stata osservata la modalità di commercializzazione del pescato, ed è stato proposto ai pescatori un questionario su problemi e costi della pesca artigianale, sulla loro età, sul grado di istruzione e sul loro stato civile.

## Risultati

### *Flotta e dati socio-demografici*

Le indagini condotte presso il Circomare di Marsala e due cooperative di pesca, hanno permesso di definire la consistenza della flotta di pesca professionale operante nella marineria di Torrazza. La flotta è composta di dodici barche con un totale di 19 pescatori di cui il 65% risulta proprietario dell'imbarcazione in cui lavora. Le barche con un'età media di circa 29 anni, hanno una lunghezza fuori tutta compresa tra 4,6 m e i 9,7 m. Mediamente ogni imbarcazione ha 3,56 di TSL (Tonnellate di Stazza Lorda) e la potenza del motore espressa in HP è in media 45,17. La flotta di porto Torrazza è numericamente molto inferiore a quella delle marinerie di Marsala, Selinunte e Sciacca ma le caratteristiche strutturali delle imbarcazioni delle quattro flotte sono confrontabili (Puleo *et al.*, 2002).

La presenza di una discreta percentuale di pescatori di età inferiore a 30 anni (il 32%) può essere interpretata come un segnale positivo per lo sviluppo futuro della pesca artigianale nell'area di studio. Inoltre, la presenza di un'elevata per-

centuale di pescatori di età superiore a 50 anni (il 41%) favorisce la trasmissione di esperienze e conoscenze indispensabili alla prosecuzione di tale attività.

### *Sbarchi*

Nel corso dei rilevamenti è stato possibile acquisire le seguenti informazioni sullo svolgimento delle battute di pesca: sono utilizzati gli attrezzi da posta ed in particolare il tremaglio e le nasse. Le nasse sono utilizzate nei mesi di giugno e luglio da due barche che si dedicano alla pesca altamente selettiva delle ope (*Boops boops*). Le battute di pesca si svolgono ad una distanza limitata dalla costa e variabile secondo la stagione: in inverno le barche si mantengono intorno ad un miglio nautico dalla costa ed in estate si spingono più al largo; quelle di dimensioni maggiori arrivano fino al limite delle 6 miglia nautiche.

I dati di tipo quantitativo (Kg) riferiti all'intero periodo di studio sono stati standardizzati rispetto alla lunghezza dell'attrezzo in modo da potere confrontare i dati di cattura provenienti dalle diverse barche.

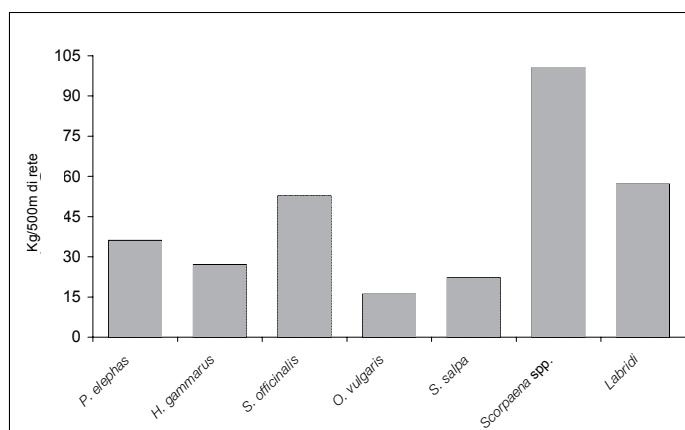


Fig. 2 - Catture totali della pesca artigianale di Torrazza.  
*Total catches of Torrazza artisanal fishery.*

Tra i cefalopodi le specie quantitativamente più importanti sono *Sepia officinalis* ed *Octopus vulgaris*, tra i crostacei *Palinurus elephas* e *Homarus gammarus*, tra i pesci la *Sarpa salpa*, le specie del genere *Scorpaena* e della famiglia Labridae (Fig. 2), mentre le altre specie sono state catturate in quantità molto più basse, tutte inferiori ai 10 Kg per 500 m di rete. Da rilevare che a fronte della discreta quantità pescata le salpe sono state censite con una frequenza piuttosto bassa (13%), con i valori maggiori a marzo e aprile rispettivamente con 21% e 23% e valori minori nei mesi successivi (maggio 6%, giugno 4%, luglio 5%).

### **Conclusioni**

I dati ottenuti delineano un quadro della piccola pesca nell'area di studio che presenta peculiarità degne di interesse. La composizione specifica delle catture



con tramaglio è eterogenea e questo suggerisce che le pesche con questo attrezzo sono uno strumento utile per studiare le risorse ittiche, come già rilevato in altri studi (D'Anna *et al.*, 2001). L'analisi dei rendimenti di pesca indica che le specie più frequenti hanno un valore commerciale piuttosto basso, con l'eccezione dei crostacei, rappresentati soprattutto da aragoste (*P. elephas*) ed astici (*H. gammaurus*). Si delinea pertanto uno sbarco diviso in due contingenti opposti di specie: quello, molto popolare, delle ope, sarpe e labridi, e quello, di nicchia, di astici ed aragoste. Come accennato nell'introduzione, mancano sia le normali infrastrutture portuali che i servizi indispensabili alla commercializzazione e conservazione del prodotto. A tale apparente inefficienza fanno riscontro la vitalità dell'attività di pesca e la vivacità degli scambi. Il disagio dei pescatori per l'insicurezza dello scalo è sovracompensato dal profitto dei rigattieri che risparmiano sui costi dei mercati ufficiali e decidono i prezzi correnti. Tale situazione non è unica, ma si ripete in altri scali "precari" della piccola pesca nel trapanese e rispecchia una situazione sfuggente della pesca artigianale che andrebbe conosciuta e valutata nella sua reale consistenza.

#### **Bibliografia**

- D'ANNA G., BADALAMENTI F., PIPITONE C. (2001) - Rendimenti di pesca sperimentale con tramaglio nel Golfo di Castellammare dopo otto anni di divieto della pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 704-707.
- PULEO M., TERMINE G., GAGLIANO M.R. (2002) - Aspetti economici della pesca artigianale nei porti di Marsala, Sciacca, Selinunte. *NTR-IRMA*, **66**: 1-10.

G. CALTAVUTURO, G. GNONE, A. TOMASINI<sup>1</sup>, V. ZAVATTA<sup>2</sup>

Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.  
gcaltavuturo@acquariodigenova.it

<sup>1</sup>DIP.TE.RIS, Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

<sup>2</sup>Dip. Biologia, Università di Milano, Via Celoria, 26 - 20133 Milano, Italia.

## PRESENZA DI CETACEI NELLA FASCIA COSTIERA GENOVESE

### *PRESENCE OF CETACEANS IN THE GENOESE COASTAL ZONE*

#### **Abstract**

*The Acquario di Genova has been studying the Cetaceans of the Genoese coastal zone since April 2001. The research area is a wide band of sea, three miles large, between Pegli and Nervi. During 34 months of research (04/01-12/03) we've spent almost 500 hours at sea and 34 hours with Cetaceans. According to the number of individuals sighted and re-sighted, we've proposed a first and approximate estimate of abundance of the bottlenose dolphins within the study area.*

**Key-words:** coastal zone, cetology, Ligurian Sea.

#### **Introduzione**

Benché la presenza di Cetacei sia segnalata da diportisti ed operatori nel settore delle marineria, nessuno studio scientifico sistematico è mai stato condotto in relazione alla fauna cetologica della fascia costiera genovese. Vengono di seguito presentati i risultati relativi agli anni di attività (04/01-12/03) del programma di ricerca Delfini Metropolitani, uno studio a lungo termine sulla presenza e sulle abitudini dei Cetacei nelle acque antistanti Genova.

#### **Materiali e metodi**

L'area di studio è una fascia di mare larga tre miglia, compresa tra Pegli e Nervi (la gran parte dell'abitato Genovese). I rilevamenti sono stati condotti a bordo di piccole imbarcazioni a motore. Sono state adottate due differenti tipologie di raccolta dati: rilevamenti liberi (effettuati senza seguire rotte predefinite); rilevamenti lungo transetto lineare.

Per la stima di abbondanza di popolazione ci si è avvalsi del metodo di "cattura-ricattura" applicato tramite tecniche di fotoidentificazione (Würsig e Würsig, 1977; Wells *et al.*, 1990). Sono stati utilizzati due diversi metodi matematici corrispondenti a due diverse ipotesi: il metodo di Schnabel (1938), nell'ipotesi di una popolazione chiusa; il metodo di Jolly-Seber (Jolly, 1965; Seber, 1965), nell'ipotesi di una popolazione aperta.

#### **Risultati**

Sono state percorse 2000 miglia nautiche per un totale di circa 500 ore di osservazione (34 di queste con gli animali). Le specie incontrate sono 5 per un totale di 43 avvistamenti: *Tursiops truncatus*, 25 avv.; *Stenella coeruleoalba*, 13 avv.; *Delphinus delphis*, 1 avv.; *Balaenoptera physalus*, 2 avv.; *Grampus griseus*, 2 avv.

La distribuzione annuale degli avvistamenti, indica che i periodi primaverile ed estivo sono i più favorevoli agli incontri; dalla loro distribuzione geografica, si nota come la batimetrica dei 100 m separa gli avvistamenti di stenella da quelli di tursiope (Fig. 1).

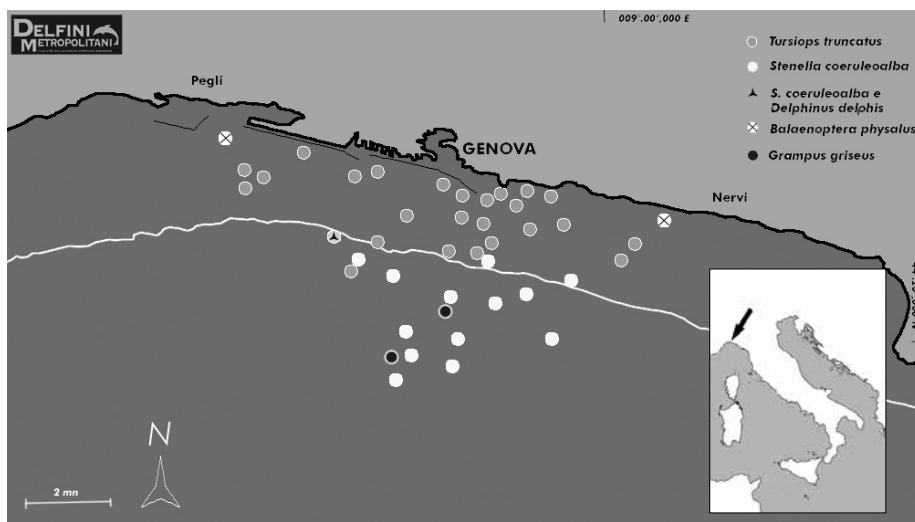


Fig. 1 - Distribuzione avvistamenti. La linea bianca continua indica l'isobata dei 100 m.  
Sightings. The white line shows the 100 m isobath.

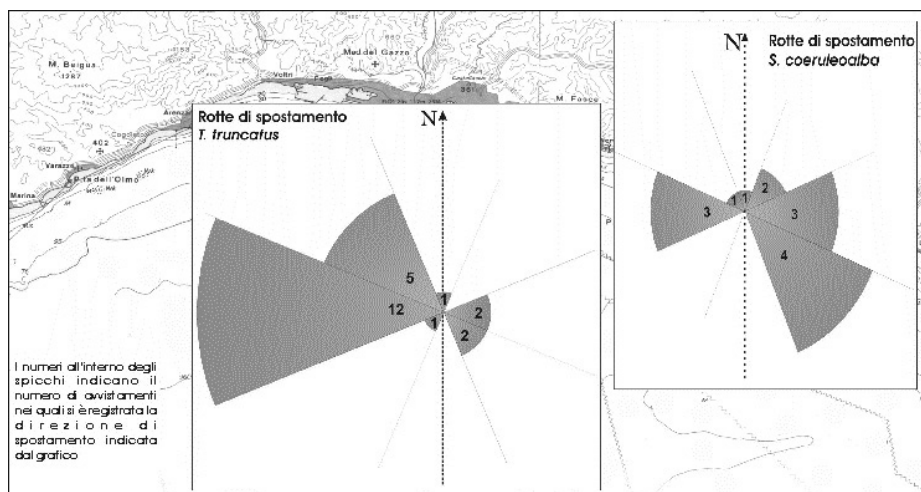


Fig. 2 - Rotte di spostamento osservate durante gli avvistamenti delle due specie indicate; la dimensione degli spicchi è proporzionale al numero di avvistamenti.

Moving routes of *T. truncatus* and *S. coeruleoalba*; the size of the segments is proportional to the number of sightings.

In Fig. 2 vengono indicate le direzioni prevalenti di spostamento dei branchi nel corso degli avvistamenti.

Sono stati fotoidentificati 25 tursiopi, 4 dei quali riavvistati a distanza di due anni. La stima di abbondanza, secondo i due metodi, ha dato i seguenti risultati: 35 animali (Jolly-Seber) o 45 animali (Schnabel), (Tomasini, 2004).

## Conclusioni

Il forte impatto antropico presente lungo la costa genovese non sembra scoraggiare la frequentazione da parte dei Cetacei, soprattutto da parte di *T. truncatus*. Tursiopi e stenella tendono a distribuirsi in habitat contigui, separati dall'isobata dei 100 metri.

I tursiopi dimostrano un certo grado di fedeltà all'area di studio, come dimostrato dal lavoro di fotoidentificazione. D'altra parte, la variabilità stagionale nel successo di avvistamento e la direzione di spostamento prevalente da E a W dei branchi, fa supporre che l'area di studio sia una piccola porzione di un areale più ampio. Diventa allora importante definire le dimensioni di tale areale e comprendere come questo viene utilizzato dagli animali, prolungando nel tempo lo sforzo di indagine e confrontando il nostro catalogo fotografico con quelli di aree di studio adiacenti.

## Bibliografia

- JOLLY G.M. (1965) - Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. *Biometrika*, **52**: 225-247.
- SCHNABEL Z.E. (1938) - The estimation of the total fish population of a lake. *Amer. Math. Mon.*, **45** (6): 348-352.
- SEBER G.A.F. (1965) - A note on the multiple recapture census. *Biometrika*, **52**: 249-259.
- TOMASINI A. (2004) - Utilizzo delle tecniche di fotoidentificazione sui tursiopi (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) delle acque genovesi. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Università degli Studi di Genova.
- WELLS R.S., SCOTT M.D. (1990) - Estimating bottlenose dolphin population parameters from individual identification and capture-release techniques. *Report of the International Whaling Commission*, **12**: 407-415.
- WÜRSIG B., WÜRSIG M. (1977) - The photographic determination of group size, composition and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science*, **198**: 755-756.

C.A. CORDISCO, P. TROTTA\*, M. ROMANELLI

ICRAM, Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.

\*CNR-ISMAR, Sezione Ecosistemi Costieri, Lesina, Italia.

## “PLASTICITÀ RIPRODUTTIVA” DELLA VONGOLA COMUNE *CHAMELEA GALLINA* (LINNEO, 1758)

### “SPAWNING PLASTICITY” OF BABY CLAM *CHAMELEA GALLINA* (LINNAEUS, 1758)

#### **Abstract**

*This study examines the gonadal maturation cycle Chamelea gallina during all year. About 500 individuals were observed, in vivo, from sampling areas in Central-Southern Adriatic Sea (Molise and Northern Apulia) and in Central Tyrrhenian Sea (Latium), during March 2000-October 2001 and intermittently in April 2003-March 2004, respectively.*

*Our observations show the good spawning potentiality of C. gallina, in the different seasons and sites; normally it spawns in the later spring-summer, but when there are appropriate conditions of temperature and food this species spawns also in other periods, such as later summer and autumn.*

**Key-words:** Chamelea, clam, bivalves, spawning, Mediterranean Sea.

#### **Introduzione**

Nei nostri mari la vongola comune, *Chamelea gallina* (L.), di solito si riproduce tra la tarda primavera e l'estate (Marano *et al.*, 1982; Corni *et al.*, 1985; Cano e Hernandez, 1988), ma in realtà il periodo di deposizione presenta, in relazione alle condizioni climatiche e trofiche locali, nette fluttuazioni geografiche e interannuali.

Negli ultimi anni la presenza di questa specie lungo le nostre coste si è ridotta notevolmente, facendo registrare una costante riduzione dell'attività di pesca (MiPA, 1998; Frogliia, 2000), pur rimanendo uno dei prodotti di maggiore interesse commerciale, specialmente in Adriatico.

Nel presente lavoro vengono fornite informazioni sul periodo riproduttivo della specie nell'area adriatica molisana-nord pugliese e nel Tirreno centrale (Lazio), al fine di evidenziare come il ciclo maturativo degli adulti sia connesso all'evoluzione della temperatura e alla disponibilità trofica dell'acqua.

#### **Materiali e metodi**

I campionamenti sul ciclo riproduttivo delle vongole adulte nell'area centro-adriatica sono stati condotti nel biennio 2000-2001, prelevando mensilmente gli esemplari con sorbona, in due aree campione, tra Termoli (CB) e Marina di Chieuti (FG), a profondità comprese tra 4 e 6 m (750 m dalla riva). Sono stati esaminati 290 esemplari di dimensione massima compresa tra 12,5 e 36,3 mm (Tab. 1).

Nel 2003 analoghi prelievi sono stati effettuati, con draga commerciale, nelle acque antistanti Fregene (RM), a profondità di 4-9 m (500 m dalla costa). In tutto furono esaminati 210 adulti di dimensione compresa tra 19,6 e 38,3 mm (Tab. 2).

Nei singoli campionamenti furono rilevati i parametri di temperatura di fondo e salinità dell'acqua utilizzando strumenti portatili aventi precisione pari a 0,1 °C e 0.5 PSU.

In laboratorio le osservazioni delle gonadi di *C. gallina* furono effettuate a fresco, osservando gli animali allo stereoscopio e prelevando una parte dell'organo riproduttivo per farne uno striscio sul vetrino. Quest'ultimo veniva poi esaminato al microscopio, a basso ingrandimento (max 40×). L'attribuzione ai diversi gradi di maturazione è stata condotta sulla base di criteri morfologici già definiti in lavori analoghi (Ansell, 1961; Marano *et al.*, 1982; Trotta e Cordisco, 1998).

## Risultati

Nel corso delle indagini condotte lungo la costa molisana si è rilevato che gli adulti, nel 2000, iniziavano a maturare le gonadi (stadio II) a fine inverno-inizio primavera, mentre a primavera inoltrata le gonadi erano prevalentemente in stadio III-IV, ossia voluminose e compatte, oppure già fluenti ed in fase di rilascio dei gameti (Tab. 1).

Tab. 1 - Stadi di maturazione delle gonadi di *C. gallina*, anni 2000-2001, Adriatico centro meridionale.

*Gonad maturation stages in C. gallina, years 2000-2001, Central-Southern Adriatic Sea.*

| Molise |   |   |                     |                       |                            |                    | T °C<br>prof. |
|--------|---|---|---------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|---------------|
| Data   | F | M | Sex non<br>disting. | Stadio<br>maturazione | L guscio (mm)<br>min./max. | P (g)<br>min./max. |               |
| mar-00 | 6 | 4 | 0                   | stadio II             | 13,5-30,1                  | 0,8-7,9            | 10,5          |
| apr-00 | 5 | 5 | 0                   | stadi II-III          | 13,1-30,5                  | 0,8-8,1            | 14,0          |
| mag-00 | 3 | 7 | 0                   | stadi III-IV          | 13,3-31,6                  | 0,9-9,5            | 20,0          |
| giu-00 | 6 | 4 | 0                   | stadi III-IV          | 13,2-32,4                  | 0,9-9,8            | 22,0          |
| lug-00 | 0 | 0 | 10                  | stadio V              | 13,6-34,8                  | 0,8-10,5           | 25,0          |
| set-00 | 0 | 2 | 8                   | stadi I-II            | 12,5-33,7                  | 0,8-9,8            | 24,0          |
| nov-00 | 3 | 7 | 0                   | stadio III            | 13,5-34,7                  | 0,8-11,7           | 15,5          |
| gen-01 | 5 | 5 | 0                   | stadio III            | 13,8-36,3                  | 0,9-12,8           | 12,0          |
| feb-01 | 6 | 4 | 0                   | stadio III            | 13,8-33,7                  | 0,9-10,2           | 12,0          |
| apr-01 | 5 | 5 | 0                   | stadi III-IV          | 13,6-35,0                  | 0,8-12,5           | 14,0          |
| mag-01 | 7 | 3 | 0                   | stadio IV             | 13,4-32,6                  | 0,8-9,8            | 17,0          |
| giu-01 | 4 | 6 | 0                   | stadio IV             | 13,2-33,3                  | 0,7-10,2           | 20,0          |
| lug-01 | 0 | 0 | 10                  | stadio I-V            | 12,6-32,9                  | 0,8-9,9            | 22,0          |
| set-01 | 0 | 0 | 10                  | stadio I-V            | 13,6-35,3                  | 0,8-11,8           | 19,0          |
| ott-01 | 3 | 1 | 6                   | stadi I-II            | 13,2-35,1                  | 0,8-11,4           | 19,0          |
| Puglia |   |   |                     |                       |                            |                    | T °C<br>prof. |
| Data   | F | M | Sex non<br>disting. | Stadio<br>maturazione | L guscio (mm)<br>min./max. | P (g)<br>min./max. |               |
| mag-00 | 4 | 6 | 0                   | stadi III-IV          | 16,1-28,7                  | 1,3-5,8            | 20,0          |
| giu-00 | 7 | 3 | 0                   | stadio IV             | 16,6-28,9                  | 1,3-6,0            | 22,0          |
| lug-00 | 0 | 0 | 10                  | stadi V-I             | 13,1-29,4                  | 0,8-6,5            | 25,0          |
| ago-00 | 0 | 0 | 10                  | stadio V              | 17,4-29,8                  | 1,4-6,7            | 26,0          |
| set-00 | 0 | 0 | 10                  | stadio V              | 17,3-28,9                  | 1,3-5,7            | 24,0          |
| nov-00 | 5 | 5 | 0                   | stadi II-III          | 16,9-29,3                  | 1,3-6,8            | 15,5          |
| gen-01 | 2 | 8 | 0                   | stadi II-III          | 17,7-29,5                  | 1,4-6,8            | 12,0          |
| feb-01 | 6 | 4 | 0                   | stadi II-III          | 17,6-29,2                  | 1,4-6,8            | 12,0          |
| apr-01 | 5 | 5 | 0                   | stadi III-IV          | 18,1-28,8                  | 1,7-5,8            | 14,0          |
| mag-01 | 6 | 4 | 0                   | stadio IV             | 16,4-29,6                  | 1,3-6,9            | 17,0          |
| giu-01 | 7 | 3 | 0                   | stadio IV             | 17,9-28,9                  | 1,4-6,5            | 20,0          |
| lug-01 | 0 | 0 | 10                  | stadio V              | 18,2-29,8                  | 1,6-6,8            | 22,0          |
| set-01 | 1 | 2 | 7                   | stadi I-II            | 12,8-29,6                  | 0,7-6,7            | 19,0          |
| ott-01 | 2 | 1 | 5                   | stadi I-II            | 12,6-29,3                  | 0,7-6,8            | 19,0          |

In coincidenza delle più elevate temperature dell'acqua registrate nell'area, nel corso dell'inverno 2001 (11-12 °C rispetto a 9-10 °C del 2000), il ciclo riproduttivo risultò anticipato dato che le gonadi erano in questo periodo in fase maturativa già avanzata (Tab. 1). A fine primavera le gonadi risultarono in piena attività riproduttiva, occupando tutta la regione podalica, con uova o cordoni spermatici liberamente fluenti. In entrambi gli anni di osservazione, nel mese di luglio gli animali esaminati risultarono prevalentemente già in fase post-riproduttiva (stadio V), caratterizzata da gonadi ridotte e di colore arancio pallido e, in scala microscopica, dal riassorbimento degli elementi germinali non emessi. Nel 2000, a fine estate-inizio autunno alcuni individui risultarono riprendere l'attività riproduttiva, giungendo ad avere gonadi in stadio III (Tab. 1). Nell'area in esame tutte le vongole di dimensioni inferiori a 13 mm risultarono sessualmente indifferenziate (almeno in base ai criteri morfologici adottati), mentre per parte degli individui prossimi ai 13 mm era possibile definire il sesso di appartenenza (Tab. 1). Sulla base degli individui sessualmente differenziati il rapporto sessi è risultato prossimo a 1.

Tab. 2 - Stadi di maturazione delle gonadi di *C. gallina*, aprile 2003-marzo 2004, Tirreno centrale (Fregene).

*Gonad maturation stages in C. gallina, April 2003-March 2004, Central Tyrrhenian Sea (Fregene).*

| Data   | F  | M  | Sex non disting. | Stadio maturazione                       | L guscio (mm) min./max. | P (g) min./max. | T °C prof. |
|--------|----|----|------------------|------------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------|
| apr-03 | 18 | 12 | 0                | stadio IV                                | 24,0-34,0               | 4,3-11,6        | 15,0       |
| giu-03 | 11 | 16 | 3                | 11F+9M stad.IV; 7M stad.IV-V; 3 stad.V   | 19,6-28,3               | 2,8-7,1         | 22,0       |
| lug-03 | 8  | 19 | 3                | 8F+19M stadio IV;3 spenti V              | 22,9-28,5               | 4,1-7,6         | 24,0       |
| ago-03 | 14 | 12 | 4                | 6F+3M stad.IV; 8F+9M stad.IV-V; 4 stad.V | 20,6-26,9               | 2,7-7,4         | 24,0       |
| ott-03 | 12 | 16 | 2                | 5F+7M stad.IV; 7F+9M stad.IV-V; 2 stad.V | 25,2-38,3               | 5,7-17,9        | 17,0       |
| nov-03 | 10 | 2  | 18               | 10F+2M stadio IV-V; 18 stadio V          | 24,9-34,3               | 5,0-15,5        | 14,0       |
| mar-04 | 12 | 18 | 0                | stadio IV                                | 20,1-30,5               | 2,7-8,5         | 12,5       |

Nelle indagini condotte lungo la costa laziale gli adulti di *C. gallina* risultarono essere in fase riproduttiva o post-deposizionale per tutto il periodo aprile-novembre 2003 (Tab. 2). In particolare ad aprile tutti gli esemplari esaminati erano in fase IV, a giugno questa percentuale calò al 67% mentre il 23% era a fine riproduzione (stadio IV-V) e 10% sicuramente in fase di riposo (stadio V). A luglio, il 60% degli individui era allo stadio IV, il 28% a fine riproduzione, il 12% allo stadio spento. Ad ottobre, il 40% degli adulti aveva gonadi in stadio IV, il 53% era a fine riproduzione (IV-V) ed il restante 7% spenti. Un mese dopo il 40% delle vongole adulte era in fase riproduttiva terminale (stadio IV-V) e gli altri in fase di quiescenza (stadio V). A marzo 2004 tutte le vongole adulte esaminate erano in fase di riproduzione (stadio IV) (Tab. 2). Nel periodo di campionamento nell'area tirrenica non furono osservati individui in fase di gametogenesi iniziale (stadio II), né individui morfologicamente indifferenziati (stadio I) (Tab. 2). Anche nell'area laziale il *sex-ratio* degli esemplari sessualmente differenziati è risultato prossimo all'unità.

## Conclusioni

Le osservazioni condotte lungo la costa del Molise-Nord Puglia e del Lazio hanno confermato che la stagione riproduttiva delle vongole si concentra nel



periodo aprile-giugno di ciascun anno (Poggiani *et al.*, 1973; Marano *et al.*, 1982). Inoltre è stato rilevato che dopo un periodo di quiescenza, in luglio-agosto, l'attività gametogenetica ricomincia; infatti, in autunno si osservano individui in stadio II e III e nel corso dell'inverno il ciclo maturativo procede ulteriormente.

Studi da noi condotti sulla presenza di larve di *C. gallina* nell'area molisana (Cordisco *et al.*, 2003) hanno evidenziato che l'andamento del ciclo riproduttivo della specie è strettamente legato alla temperatura delle acque litorali e all'abbondanza e composizione specifica del fitoplancton. In particolare nell'inverno 2001, caratterizzato da valori di temperatura dell'acqua superiori di due gradi centigradi rispetto alla media stagionale rilevata nell'anno precedente e da una maggiore quantità di fitoplancton, le gonadi delle vongole risultarono in gran parte già in stadio maturativo III.

Anche nell'area tirrenica le più elevate temperature dell'acqua registrate nel periodo autunnale (14-17 °C) sono risultate collegate alla presenza di individui in fase deposizionale o post-riproduttiva (gonadi in stadio IV o V), mentre in questo periodo sarebbe stato lecito attendersi una consistente presenza di adulti in fase di ricostituzione del tessuto riproduttivo (stadio II) (Poggiani *et al.*, 1973; Marano *et al.*, 1982). In relazione alla taglia degli esemplari esaminati (>19,5 mm), non è stato possibile definire le dimensioni degli individui che localmente si riproducono per la prima volta.

L'insieme delle nostre osservazioni evidenzia come l'andamento del ciclo maturativo delle gonadi di *C. gallina* sia influenzato dalle condizioni idrologiche, cosicché la stagione riproduttiva può parzialmente slittare in diversi anni o aree geografiche (Corni *et al.*, 1985; Cano e Hernandez, 1988). Questo significa che le popolazioni adulte della specie possono estendere la fase deposizionale, qualora le condizioni ambientali lo consentano.

## Bibliografia

- ANSELL A.D. (1961) - Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Kames bay, Millport. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **41**: 191-215.
- CORDISCO C.A., ROMANELLI M., TROTTA P. (2003) - Distribuzione annuale e descrizione degli stadi larvali di *Chamelea gallina* (L.) e *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) in Adriatico centro-meridionale. *Atti Ass. It. Ocean. Limnol.*, **16**: 93-103.
- CANO F.V., HERNANDEZ J.M. (1988) - Biometría y reproducción de *Chamelea gallina*, L. en la Bahía de Mazarrón (SE de la Península Ibérica) y algunas consideraciones sobre su pesca. *FAO Fish. Rep.*, **395**: 107-111.
- CORNI M.G., FARNETI M., SCARSELLI E. (1985) - Histomorphological aspects of gonads of *Chamelea gallina* (Linne) (Bivalvia; Veneridae) in autumn. *J. Shellfish Res.*, **5**: 73-80.
- FROGLIA C. (2000) - Il contributo della ricerca scientifica alla gestione della pesca dei molluschi bivalvi con draghe idrauliche. *Biol. Mar. Medit.*, **7**: 71-82.
- MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982) - Riproduzione e crescita di *Chamelea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.) (Bivalvia: Veneridae) nel Basso Adriatico. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **12**: 93-110.
- MiPA (1998) - Adozione delle misure del piano vongole, in attuazione della legge 21 maggio 1998. *G.U.R.I.*, I Serie, **164**: 29-33.
- POGGIANI L., PICCINETTI G., PICCINETTI MANFRIN G. (1973) - Osservazioni sulla biologia dei molluschi bivalvi *Venus gallina* L. e *Tapes aureus* Gmelin nell'alto Adriatico. *Note lab. biol. mar. pesca, Fano*, **4**: 189-212.
- TROTTA P., CORDISCO C.A. (1998) - Gonadal maturation, conditioning and spawning in laboratory and maturation cycle in the wild of *Cerastoderma glaucum* Bruguière. *J. Shellfish Res.*, **4**: 919-923.

B. CRISTO

Istituto di Scienze Naturali e Biologia Marina, Via Vulcano, 44 - 07026 Olbia, Italia.  
bencris@aliceposta.it

## OSSERVAZIONI SU *PATELLA FERRUGINEA* GMELIN, 1791 (MOLLUSCA, GASTROPODA) NEL PARCO NAZIONALE DELL'ARCIPELAGO DELLA MADDALENA: ISOLOTTO DI SPARGIOTTO

### *OBSERVATIONS ON THE LIMPET PATELLA FERRUGINEA GMELIN, 1791 (MOLLUSCA, GASTROPODA) IN THE NATIONAL PARK OF THE ARCHIPELAGO OF THE MADDALENA: ISLET OF SPARGIOTTO*

#### **Abstract**

*The geomarine Park of the archipelago of La Maddalena already shows remarkable naturalistic merits in the rocky shores where it is easy to detect little known species in the biological domain. Among them, the gastropod limpet ferruginea. The results of the observations on the biometrics and on the distribution in the islet of Spargiotto, compete to the close examination of the ecological knowledges of this gastropod in the archipelago.*

**Key-words:** *Patella ferruginea, Gastropoda, Sardinia.*

#### **Introduzione**

*Patella ferruginea* Gmelin, 1791 è uno dei più grandi gasteropodi marini presenti lungo il litorale roccioso del Mediterraneo. La specie, quasi estinta sui litorali orientali del bacino, presenta una forte regressione, anche lungo la porzione occidentale. Questo lavoro propone l'apporto di un nuovo contributo di osservazioni sulla presenza nell'Arcipelago di la Maddalena (Sardegna) di questo mollusco.

#### **Materiali e metodi**

Tra settembre ed ottobre 2002, è stata osservata la presenza e la distribuzione di *P. ferruginea* nell'isolotto di Spargiotto (zona TA) del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena. L'area di studio è stata distinta nella porzione costiera Sud-Est e in quella orientata a Nord-Ovest. Il motivo è da ricercarsi nella differente dinamica del mare (NO>SE). Il campionamento è stato effettuato utilizzando un gommone d'appoggio con a bordo un ricercatore dotato di calibro per il rilevamento della taglia e del numero degli esemplari.

#### **Risultati**

Sono stati rinvenuti, lungo i tratti costieri, un totale di 322 esemplari. I dati sono stati analizzati mediante ANOVA che ha mostrato una marcata differenza nelle dimensioni e nel numero degli individui in relazione all'esposizione. Nel versante N-NO, sono stati osservati 192 esemplari di dimensioni minori rispetto i 130 esemplari osservati nel versante di E-SE. Nella totalità del numero degli individui caratterizzati, la lunghezza delle conchiglie varia tra 15 e 85 mm (Fig. 1), mentre la larghezza tra 15 e 70 mm (Fig. 2). In riferimento a quanto esposto in introduzione, gli istogrammi (Fig. 1 e 2), mostrano il numero degli individui immaturi (15/20 mm lungh.), il numero dei maschi (oltre i 20, entro i 40 mm lungh.) e le femmine (oltre i 40 mm lungh.).

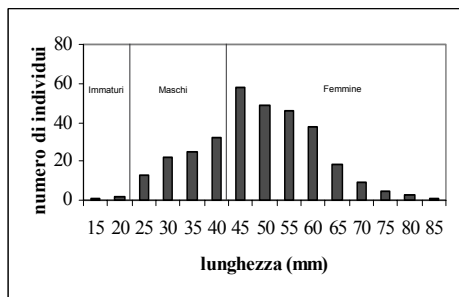


Fig. 1 - Biometrie degli individui (lunghezza).  
The individuals (length).

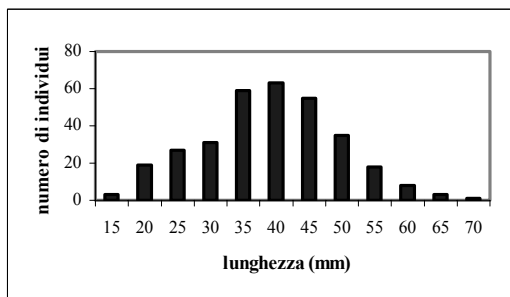


Fig. 2 - Biometrie degli individui (larghezza).  
The individuals (width).

## Conclusioni

In relazione alle dimensioni dell'isolotto (0,098 km<sup>2</sup>), è stata osservata una popolazione di *P. ferruginea* numericamente abbondante. La stima della popolazione rinvenuta è ben definita rispetto le osservazioni di Porcheddu e Milella (1991). Le differenze riscontrate in numero, taglia e distribuzione nel presente studio, mostrano, invece, la ricchezza numerica di *P. ferruginea* ed una diversa distribuzione della *sex-ratio* nei due lati dell'isolotto. In relazione alle misure, la maggior parte degli individui è adulta (Laborel-Deguen e Laborel, 1991) e la distribuzione delle dimensioni suggerisce la presenza di femmine adulte assieme a maschi riproduttivi permettendo così la fecondazione incrociata (Paracuellos *et al.*, 2003). La marcata differenza nelle dimensioni e nel numero degli individui in relazione all'esposizione, potrebbe essere la conseguenza indiretta della cessazione o riduzione della predazione da parte dell'uomo soprattutto sulla componente femminile (>40 mm) più evidente (Laborel-Deguen *et al.*, 1991). Considerando che l'area di studio è riserva integrale dal 1997, data d'istituzione dell'Ente di gestione del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, l'effetto "protezione", ha consentito una ripresa della popolazione di *P. ferruginea* con differenti modalità in relazione all'esposizione e spiega giustificando le differenze nei dati raccolti da Porcheddu e Milella (1991).

## Bibliografia

- LABOREL-DEGUEN F., LABOREL J. (1991) - Statut de *Patella ferruginea* Gmelin 1791 en Méditerranée. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*: 91-103.
- LABOREL-DEGUEN F., LABOREL J. (1991) - Nouvelle observations sur la population de *Patella ferruginea* Gmelin 1791 de Corse. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*: 105-117.
- PORCHEDDU A., MILELLA I. (1991) - Aperçu sur l'écologie et sur la distribution de *Patella ferruginea* (L.) Gmelin 1791 en mers Italiennes. In: Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. Gis Posidonie Publi., Marseille: 119-128.
- PARACUELLOS M., NEVADO J.C., MORENO D., GIMÉNEZ A., ALESINA J.J. (2003) - Conservational status and demographic characteristics of *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Mollusca Gastropoda) on the Alboran Island (Western Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, **26** (2): 29-37.

A. CUSENZA, S. VITALE, A.M. BELTRANO, A. MILAZZO, E. ASPANÒ

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR, Sez. Territoriale di Mazara del Vallo,  
Via L. Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
angelitacusenza@libero.it

## PRIME OSSERVAZIONI SULL'ALIMENTAZIONE DI ESEMPLARI ADULTI DI SALPA (*SARPA SALPA*, L. 1758) (OSTEICHTYES, SPARIDAE) NELLA COSTA SUD-OCCIDENTALE DELLA SICILIA

### *FIRST OBSERVATION ON THE DIET OF ADULT SPECIMENS OF SALPA (SARPA SALPA, L. 1758) (OSTEICHTYES, SPARIDAE) IN THE SOUTH-WEST COAST OF SICILY*

#### **Abstract**

*Feeding habits of Sarpa salpa (Osteichthyes, Sparidae) were investigated. The specimens were captured by the artisanal fleet of Selinunte (SIW Sicily) in December 2003.*

*This study confirmed that Sarpa salpa is mainly herbivorous. Particularly, the species feeds of different benthonic seaweeds (Phaeophyceae and Rhodophyceae) and marine Phanerogamous (Posidonia oceanica). Moreover the animal pries (epibionts) were found, that probably are components occasional.*

**Key-words:** feeding behaviour, Sarpa salpa, Sicily.

#### **Introduzione**

*Sarpa salpa* (L., 1758) (Pisces: Sparidae) è una specie demersale gregaria che vive sia su fondali rocciosi che su fondali dove sono presenti fanerogame marine fino ad una profondità di 20 metri (Tortonese, 1975).

Molto comune nei mari italiani è presente oltre che nel Mar Mediterraneo, nel Mar Nero e nell'Atlantico dal Golfo di Guascogna al Sudafrica sino alle coste del Natal, e nelle Azzorre. Si riproduce in settembre-ottobre ma anche in primavera, presenta un costante ermafroditismo proterandrico (Tortonese, 1975; Fischer *et al.*, 1987).

La specie riveste un importante ruolo ecologico costituendo una comunità numerosa tra i popolamenti della fascia costiera. Presenta differenti comportamenti alimentari in relazione all'età; infatti sebbene principalmente erbivora, si nutre durante le fasi giovanili di vegetali e piccoli crostacei, mentre gli adulti si alimentano quasi esclusivamente di alghe e fanerogame marine (Tortonese, 1975).

Per tale motivo, il presente lavoro si propone di studiare le preferenze alimentari della salpa nell'area di pesca di Selinunte (caratterizzata dalla presenza di zone rocciose e da substrato sabbioso su cui si sviluppa un'ampia prateria di *Posidonia oceanica*) considerando anche differenti classi di età.

#### **Materiali e metodi**

Sono stati esaminati 64 esemplari, di lunghezza totale compresa tra 232 e 334 mm (d.s =  $\pm 31.3$ ), catturati nel dicembre 2003, mediante tramaglio, dalla flotta artigianale che opera nel golfo di Selinunte (Sicilia, Italia). Si è provveduto all'analisi del contenuto stomacale, quindi all'identificazione delle prede.

Sono stati calcolati i principali indici in uso (Hyslop, 1980): Frequenza di occorrenza (F%), Volume percentuale (V%) e Indice Alimentare (IA). La dieta è stata analizzata considerando tutti gli esemplari e le classi di età.

L'età degli esemplari campionati è stata stimata utilizzando la relazione, individuata per questa specie, tra l'età e il log<sub>e</sub> del peso dell'otolite (Vitale *et al.*, 2003).

## Risultati

L'analisi della dieta, considerando tutti gli esemplari, ha mostrato la presenza di *Posidonia oceanica* (L.) con una F%=100%. Seguono con valori di frequenza meno elevati la *Peyssonnelia* sp. (38%), la *Phyllophora* sp. (F%=25) e la *Dictyopteris membranacea* (Stackh) (F%=25). Le altre alghe presentano una frequenza relativamente bassa: *Padina pavonia* (L.) (13%), *Gelidium* sp. (13%), *Cystoseira* sp. (6%), *Dilophus* sp. (6%). Inoltre, sono stati riscontrati epibionti con una frequenza pari al 19%.

Sebbene la *Posidonia oceanica* si presenta con valori elevati di F%, il volume è risultato pari al 36%. Rilevante è il V% costituito dalla *Peyssonnelia* sp. pari al 44.9%. Seguono con valori inferiori la *Dictyopteris membranacea* (V%=8.8) e la *Padina pavonia* (V%=5.4%). La componente animale riscontrata, in particolare costituita da epibionti delle foglie di *Posidonia*, è presente con una F% e un V% pari rispettivamente al 19% e al 1.2%.

Tab. 1 - Frequenza di occorrenza (F%), Volume percentuale (V%) e Indice Alimentare (IA) delle prede identificate.

*Frequency of occurrence (F%), percentage volume (V%) and Food Index (IA) of identified preys.*

|                                          | F%     | V%    | IA    |
|------------------------------------------|--------|-------|-------|
| <b>Fanerogame marine</b>                 | 100,00 | 36,10 | 36,10 |
| <b>Alghe</b>                             |        |       |       |
| Phaeophyceae                             |        |       |       |
| Dictyotales                              |        |       |       |
| <i>Dictyopteris membranacea</i> (Stackh) | 25,00  | 8,80  | 2,21  |
| <i>Padina pavonia</i> (L.)               | 13,00  | 5,40  | 0,67  |
| <i>Dilophus</i> sp.                      | 6,00   | 1,30  | 0,08  |
| Fucales                                  |        |       |       |
| <i>Cystoseira</i> sp.                    | 6,00   | 0,04  | 0,01  |
| Rhodophyceae                             |        |       |       |
| Cryptonemiales                           |        |       |       |
| <i>Peyssonnelia</i> sp.                  | 38,00  | 44,90 | 16,83 |
| Gigartinales                             |        |       |       |
| <i>Phyllophora</i> sp.                   | 25,00  | 0,50  | 0,12  |
| Gelidales                                |        |       |       |
| <i>Gelidium</i> sp.                      | 13,00  | 1,70  | 0,21  |
| <b>Epibionti</b>                         | 19,00  | 1,20  | 0,23  |
| <b>Frammenti non identificati</b>        | 5,00   | 0,10  | 0,01  |

L'analisi della dieta per classi d'età mostra una frequenza, per esemplari di 2 e 3 anni, per alghe gelatinose, quali la *Phyllophora* sp. ( $F\% = 50$ ), per la *Cystoseira* sp. e per la *Dictyopteris membranacea*. Gli esemplari più grandi (4-5-6 anni) presentano, invece, valori elevati in volume e in frequenza principalmente di *Posidonia oceanica*.

I valori dell'Indice Alimentare (IA) indicano che la *Posidonia oceanica* è alimento *essenziale* nella dieta della *Salpa*, seguita poi in ordine di importanza dalla *Peyssonnelia* sp.; tutte le altre alghe si possono invece considerare alimento secondario.

## Conclusioni

L'analisi della dieta della *Sarpa salpa* rivela che è una specie essenzialmente erbivora e si alimenta quasi esclusivamente di alghe e di una fanerogama marina, la *Posidonia oceanica*.

La componente algale è rappresentata per il 50% da *Phaeophyceae* e per il 38% da *Rhodophyceae*.

L'analisi della dieta in relazione all'età è interpretabile probabilmente come una risposta adattativa alla disponibilità ambientale. La presenza di epibionti si può invece considerare una componente occasionale durante l'alimentazione su *Posidonia oceanica*.

## Bibliografia

- FISCHER W., SCHNEIDER M., BAUCHOT M.L. (1987) – Méditerranée et Mer Noire. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Vertébrés. Vol. 2. Rome, FAO: 766 pp.
- HYSLOP E.J. (1980) – Stomach content analysis: a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, **17**: 411-429.
- TORTONESE E. (1975) – *Osteichthyes. Pesci ossei. Fauna d'Italia*. Calderoni Ed., Bologna, **2**: 103-104.
- VERLAQUE M. (1985) – Note préliminaire sur le comportement alimentaire de *Sarpa salpa* (L.) (Sparidae) en Méditerranée. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (5): 193-196.
- VITALE S., BELTRANO A.M., MILAZZO A., CUSUMANO S., INGRASSIA M. (2003) – Sulla determinazione dell'età dei pesci mediante pesatura degli otoliti. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 954-957.

Il lavoro è stato effettuato nell'ambito del progetto "Esperto per la VALutazione delle risorse PEscabili e il Ripopolamento Attivo nella fascia costiera" cofinanziato dal MIUR (Prot. n. 1041/231).

M. DE LUCA, D. GUADAGNO<sup>1</sup>, S. SCARFÌ<sup>1</sup>, V. BRUNI<sup>1</sup>,  
M. DE DOMENICO<sup>1</sup>, A. DE DONNO<sup>2</sup>, D. LIACI<sup>2</sup>, E. DE DOMENICO<sup>1</sup>

Dip. Te. Ris., Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

<sup>1</sup>Dip. Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

<sup>2</sup>Lab. Igiene, Di. S. Te. B. A., Università di Lecce, Str. Prov. Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

## INDICI MICROBICI DI QUALITÀ DELLE ACQUE (COSTA SALENTINA)

### *MICROBIAL INDEX FOR QUALITY WATERS ASSESSMENT (SALENTO COAST)*

#### **Abstract**

*A dedicated survey on presence of faecal contamination was held during 2000 and 2001 summer in coastal stations. For a better evaluation of the trophic and quality level of coastal waters we employed colimetric analysis, heterotrophic viable microbial counts, bacteria hydrocarbons oxidizing (BIO) and luminescent bacteria. Generally the examined areas are free to substantial anthropic contaminations excluding some sites near cities or industrial zones.*

**Key-words:** *microbial contamination, heterotrophic organisms, hydrocarbons, biodegradation, luminous organisms.*

#### **Introduzione**

Nell'ambito del progetto "INTERREG II Italia-Grecia (Task 'Qualità dei sistemi marini costieri e proposte di localizzazione di aree marine protette')", tra le altre indagini, è stato effettuato uno studio della qualità delle acque costiere dell'intera penisola salentina, focalizzando l'attenzione sulla identificazione di zone che risultassero a "rischio" o, al contrario, risultassero esenti da contaminazione antropica e quindi proponibili quale sede di aree marine protette o parchi marini naturali per promuovere ulteriormente l'alta vocazione turistica dell'area.

Le coste salentine non risultano particolarmente studiate per la gran parte degli aspetti di nostro interesse, eccettuate le indagini colimetriche di routine svolte dagli Enti preposti al controllo sanitario delle acque di balneazione. Indagini periodiche (Chiaudani *et al.*, 1982) sono state eseguite tra Brindisi ed Otranto, durante gli anni 1978-1979 nell'ambito del P.F. "Ambiente" del CNR. Nello stesso periodo di tempo Monticelli (1980) ha riferito alcuni aspetti del batterioplankton della medesima area adriatica. Pur se in aree distanti dalla attuale zona di studio, De Domenico *et al.* (1990) hanno riferito sulla composizione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Ionio da campionamenti effettuati nel 1987. Più recentemente Stabili e Cavallo (2001) si sono occupate del confronto tra la flora batterica eterotrofica dell'Adriatico meridionale e dello Ionio settentrionale con campionamenti di acqua superficiale dal dicembre 1997 al dicembre 1998 nell'area compresa tra Castellaneta M. e Brindisi. Una visione d'insieme del sistema marino costiero della Regione Puglia è stata proposta da diversi Autori in una monografia edita dall'ENEA a cura di M. Viel e G. Zurlini (1986) ma le considerazioni sugli aspetti microbiologici, pur se interessanti, erano legate esclusivamente ai sedimenti marini.



Si è dunque proceduto ad uno screening ad ampio raggio che permettesse di caratterizzare in primo luogo dal punto di vista microbiologico l'ecosistema marino costiero e pelagico ed in secondo luogo la qualità microbica dell'area strettamente costiera. A tal fine è stata valutata, sia in area pelagica sia in area costiera, la composizione quantitativa e qualitativa della flora batterica eterotrofica e totale e la incidenza di batteri che ossidano idrocarburi. In area strettamente costiera, a tali parametri, è stato associato lo studio degli indici microbici di qualità (Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali) per valutare l'incidenza della contaminazione di origine antropica. Agli indici microbici "standard" di qualità delle acque costiere sono stati aggiunti ulteriori parametri microbici (batteri idrocarburo ossidanti e batteri luminosi) per arricchire il quadro delle conoscenze, anche in funzione del ruolo che di recente viene assegnato alla frazione microbica bioluminescente, quale indice di presenza di sostanze tossiche e di sostanza organica nell'ambiente marino (Nocciolini *et al.*, 2000; Ramaiah *et al.*, 1993; Sbrilli *et al.*, 1997).

## Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati lungo il tratto di mare compreso tra Torre Guaceto e Punta Prosciutto nel giugno 2000 e nel luglio 2001. In particolare sono state esaminate, per ciascun survey, 56 stazioni poste a circa 100m dalla riva ed il corrispondente campione alla battigia nei punti di campionamento indicati dal Laboratorio di Igiene dell'Università di Lecce. I campioni sono stati prelevati, rispettivamente, da bordo di un gommone e direttamente mediante bottiglie in policarbonato sterili da 1 l che venivano conservate refrigerate ed al buio fino alla semina, effettuata in laboratorio entro 5 ore.

Per la valutazione della contaminazione di origine antropica, sono state impiegate le metodiche standard per l'analisi della qualità delle acque, mediante la tecnica delle membrane filtranti con incubazione su terreni selettivi agarizzati. In particolare, per i Coliformi totali (CT) è stato adottato il terreno m-ENDO Agar (Difco) con incubazione a 35,5 °C per 24 ore; per i Coliformi fecali (CF) è stato impiegato il terreno m-FC Agar (Difco) con incubazione a 44,5 °C per 24 h; gli Streptococchi fecali (SF) sono stati evidenziati sul terreno m-Enterococcus Agar (Difco) con incubazione a 35,5 °C per 48 ore. La concentrazione della flora batterica eterotrofica vitale (CBV) è stata valutata su piastre di Marine Agar (tecnica "spread plate"); le CFU (Colony Forming Units) sono state contate dopo 5, 8, 15 giorni di incubazione al buio a 18 °C. La presenza di batteri in grado di ossidare gli idrocarburi (BIO) è stata valutata mediante una metodica con membrane filtranti che prevede l'utilizzo di un terreno minerale minimo arricchito con gasolio commerciale sterile come unica fonte di carbonio organico (De Domenico e Monticelli, 1982). Nel corso della seconda campagna, infine, è stata valutata la componente luminosa (BL) della comunità batterica eterotrofica, mediante la tecnica delle membrane filtranti impiegando il terreno di coltura agarizzato SWC (Sea Water Complete) con incubazione al buio per 48 ore.

## Risultati

I risultati delle indagini effettuate sono esposti nelle Tabb. 1 e 2. Per quanto si riferisce ai campionamenti a 100 m dalla riva, sia nel primo che nel secondo survey

Tab. 1 - Risultati del monitoraggio delle acque costiere effettuato nel giugno 2000 in prossimità ed a 100 metri dalla riva.

*June 2000 coastal survey results (surface water samples from shore line and 100 m offshore.*

| Località                  | C.T. ufc/100ml |       | C.F. ufc/100ml |            | S.F. ufc/100ml |       | CBV ufc/ml | BIO ufc/100ml |
|---------------------------|----------------|-------|----------------|------------|----------------|-------|------------|---------------|
|                           | Riva           | Costa | Riva           | Costa      | Riva           | Costa | Costa      | Costa         |
| Punta Prosciutto          | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 295        | 0             |
| Torre Lapillo             | <b>2100</b>    | 0     | <b>250</b>     | 0          | 85             | 0     | 355        | 3             |
| Torre Chianca             | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 640        | 0             |
| Porto Cesareo             | 0              | 0     | 0              | 0          | 5              | 0     | 4480       | 1             |
| Torre Squillace           | 0              | 4     | 10             | 2          | 0              | 1     | 835        | 0             |
| Torre S. Isidoro          | 85             | 5     | 40             | 2          | 0              | 0     | >10000     | 0             |
| Scarico città di Nardò    | 1050           | 0     | <b>320</b>     | 0          | 10             | 0     | 1330       | 3             |
| Torre Inserraglio         | 0              | 0     | 20             | 0          | 15             | 0     | 1610       | 5             |
| Santa Maria al Bagno      | 0              | 0     | 15             | 0          | 5              | 1     | inc.       | 0             |
| Lido Conchiglie           | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 325        | 0             |
| Gallipoli-Darsena Sc.Az.  | 0              | 0     | 10             | 0          | 0              | 1     | 535        | 0             |
| Gallipoli-CEDUC           | 5              | 1     | 5              | 1          | 0              | 0     | 265        | 5             |
| Gallipoli-Can. C. Brada   | 5              | 0     | 15             | 0          | 0              | 0     | 4175       | 0             |
| Marina di Mancaversa      | 10             | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 515        | 2             |
| Marina di Capilungo       | 150            | 1     | <b>250</b>     | 2          | 0              | 0     | >10000     | 13            |
| Torre San Giovanni        | 15             | 0     | 0              | 1          | 0              | 0     | 900        | 0             |
| Scarico Ittica Ugento     | 15             | 0     | 5              | 0          | 0              | 0     | 2705       | 0             |
| Torre Pali                | 10             | 0     | 40             | 0          | 5              | 0     | 425        | 0             |
| Torre Vado                | 15             | 0     | 10             | 165        | 5              | 0     | 395        | 0             |
| Torre S. Gregorio         | 5              | 0     | 5              | 0          | 0              | 0     | >10000     | 0             |
| Santa Maria di Leuca      | 0              | 0     | 10             | 0          | 30             | 1     | 280        | 18            |
| Il Ciolo                  | 0              | 0     | 15             | 0          | 0              | 0     | >10000     | 12            |
| Marina di Novaglie        | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 915        | 0             |
| Marina Serra              | 0              | 0     | 0              | 1          | 0              | 0     | 455        | 1             |
| Tricase -Porto            | 5              | 0     | 50             | 0          | 0              | 0     | 200        | 0             |
| Andrano                   | 0              | 0     | 0              | 1          | 0              | 0     | 370        | 2             |
| Acquaviva                 | 5              | 0     | 20             | 3          | 5              | 0     | >10000     | 0             |
| Castro-Porto              | 0              | 0     | 15             | 7          | 0              | 1     | >10000     | 0             |
| Castro-Zinzulusa          | 10             | 102   | 20             | 52         | 0              | 1     | 135        | 0             |
| Santa Cesarea Terme       | 0              | 0     | 5              | 0          | 5              | 1     | 575        | 3             |
| Porto Badisco             | 800            | 52    | <b>300</b>     | 1          | 0              | 1     | 990        | 1             |
| Otranto-Grotta Serpente   | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 300        | 0             |
| Otranto-Punta S. Nicola   | 0              | 1     | 0              | 0          | 0              | 0     | 925        | 0             |
| Otranto- Canale Idro      | 350            | 0     | <b>280</b>     | 1          | 10             | 0     | 515        | 0             |
| Otranto-Depuratore        | 5              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 805        | 0             |
| Otranto-Lido dei Pini     | 0              | 0     | 5              | 0          | 0              | 0     | 225        | 0             |
| Otranto-Vill. Valtur      | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 275        | 0             |
| Otranto-Vill. Frassanito  | 1590           | 0     | <b>250</b>     | 0          | 15             | 0     | 1085       | 1             |
| S. Andrea                 | 5              | 0     | 30             | 0          | 0              | 0     | 1080       | 0             |
| Torre dell'Orso           | 0              | 0     | 10             | 0          | 0              | 0     | 300        | 0             |
| San Foca                  | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 860        | 1             |
| Torre Specchia Ruggeri    | 5              | 0     | 15             | 0          | 0              | 0     | 2720       | 0             |
| S. Cataldo-Scarico Lecce  | <b>2500</b>    | 1010  | <b>250</b>     | <b>325</b> | <b>300</b>     | 40    | >10000     | 24            |
| S. Cataldo-"Lido del Sud" | 0              | 31    | 45             | 14         | 10             | 21    | >10000     | 0             |
| Torre Rinalda             | 5              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 385        | -             |
| Casalabate                | 0              | 1     | 15             | 0          | 0              | 0     | 1390       | -             |
| Lindinuso                 | <b>2800</b>    | 0     | <b>225</b>     | 0          | <b>190</b>     | 0     | 2040       | 0             |
| Lido Presepe              | 130            | 0     | <b>640</b>     | 0          | 10             | 0     | 635        | 0             |
| Lido Cerano               | 35             | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 810        | 1             |
| Materdomini               | 5              | 0     | 0              | 0          | 5              | 0     | 1070       | 0             |
| Punta Penne               | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 715        | 1             |
| Granchio Rosso            | 25             | 0     | <b>150</b>     | 0          | 0              | 0     | 790        | 2             |
| Canale Giancola           | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 105        | 1             |
| Apani-Lido Azzurro        | 5              | 0     | 5              | 0          | 0              | 13    | 4080       | 10            |
| Torre Guaceto             | 0              | 0     | 0              | 0          | 0              | 0     | 805        | 2             |
| Specchiolla               | 195            | 0     | <b>475</b>     | 0          | 55             | 0     | 710        | 0             |

Tab. 2 - Risultati del monitoraggio delle acque costiere effettuato nel luglio 2001 in prossimità ed a 100 metri dalla riva.

*July 2001 coastal survey results (surface water samples from shore line and 100 m offshore).*

| Località                  | C.T. ufc/100ml |       | C.F. ufc/100ml |       | S.F. ufc/100ml |       | CBV<br>ufc/ml | BIO<br>ufc/100ml | BL<br>ufc/100ml |
|---------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|---------------|------------------|-----------------|
|                           | Riva           | Costa | Riva           | Costa | Riva           | Costa | Costa         | Costa            | Costa           |
| Punta Prosciutto          | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 145           | 20               | 15              |
| Torre Lapillo             | >2000          | 0     | >100           | 16    | 350            | 0     | 550           | 85               | 6               |
| Torre Chianca             | 0              | 4     | 85             | 7     | 30             | 3     | 530           | 38               | 0               |
| Porto Cesareo             | 0              | 8     | 2              | 0     | 2              | 1     | 1200          | 0                | 16              |
| Torre Squillace           | 4              | 0     | 2              | 0     | 2              | 0     | 2355          | 0                | 0               |
| Torre S. Isidoro          | 30             | 65    | 40             | 235   | 0              | 168   | 5320          | 0                | 0               |
| Scarico città di Nardò    | 14             | 0     | 30             | 0     | 2              | 0     | 85            | 6                | 60              |
| Torre Inserraglio         | 30             | 0     | 75             | 0     | 10             | 0     | 2195          | 0                | 2               |
| Santa Maria al Bagno      | 110            | 8     | 60             | 1     | 6              | 0     | 2445          | 0                | 80              |
| Lido Conchiglie           | 36             | 0     | 64             | 0     | 4              | 0     | 100           | 0                | 240             |
| Gallipoli-Darsena Sc.Az.  | 2              | 0     | 10             | 0     | 0              | 0     | 520           | 0                | 120             |
| Gallipoli-CEDUC           | n.e.           | 0     | n.e.           | 0     | n.e.           | 0     | 0             | 0                | 80              |
| Gallipoli-Can. C. Brada   | 22             | 0     | 2              | 0     | 10             | 0     | 455           | -                | 0               |
| Marina di Mancaversa      | 4              | 2     | 6              | 0     | 6              | 0     | 395           | -                | 0               |
| Marina di Capilungo       | 0              | 2     | 0              | 0     | 0              | 0     | 3055          | -                | 0               |
| Torre San Giovanni        | 10             | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 420           | 7                | 1               |
| Scarico Ittica Ugento     | 12             | 3     | 8              | 0     | 2              | 0     | 425           | 7                | 38              |
| Torre Pali                | 16             | 0     | 20             | 0     | 0              | 0     | 1020          | 18               | 20              |
| Torre Vado                | 6              | 0     | 15             | 0     | 0              | 2     | 255           | 0                | 0               |
| Torre S. Gregorio         | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 370           | 6                | 24              |
| Santa Maria di Leuca      | 2              | 4     | 8              | 0     | 0              | 2     | 215           | 17               | 10              |
| Il Ciolo                  | 2              | 4     | 12             | 1     | 8              | 7     | 1090          | 6                | 0               |
| Marina di Novaglie        | 2              | 1     | 2              | 0     | 0              | 18    | 1100          | 282              | 0               |
| Marina Serra              | 20             | 13    | 12             | 0     | 0              | 5     | 140           | 15               | 7               |
| Tricase -Porto            | 7              | 1     | 6              | 1     | 0              | 12    | 2900          | 0                | 1               |
| Andrano                   | 6              | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 1315          | 0                | 0               |
| Acquaviva                 | 100            | 0     | 230            | 0     | 10             | 2     | 6000          | 0                | 0               |
| Castro-Porto              | 6              | 67    | 4              | 52    | 0              | 31    | 6720          | 0                | 1               |
| Castro-Zinzulusa          | 8              | 4     | 6              | 42    | 2              | 180   | >10000        | 1                | 0               |
| Santa Cesarea Terme       | 2              | 0     | 4              | 0     | 0              | 13    | 310           | 241              | 22              |
| Porto Badisco             | 20             | 1     | 60             | 1     | 0              | 2     | 985           | 0                | 0               |
| Otranto-Grotta Serpente   | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 1     | 185           | 0                | 3               |
| Otranto-Punta S. Nicola   | 12             | 0     | 2              | 0     | 0              | 3     | 1230          | 0                | 0               |
| Otranto- Canale Idro      | 2              | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | -             | 3                | -               |
| Otranto-Depuratore        | 500            | 0     | 230            | 0     | 8              | 5     | 280           | 0                | 0               |
| Otranto-Lido dei Pini     | 10             | 0     | 6              | 1     | 0              | 0     | 290           | 0                | 0               |
| Otranto-Vill. Valtur      | 0              | 0     | 2              | 0     | 0              | 0     | 710           | 0                | 2               |
| Otranto-Vill. Frassanito  | 0              | 0     | 2              | 0     | 0              | 4     | 305           | 0                | 3               |
| S. Andrea                 | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 90            | 5                | 38              |
| Torre dell'Orso           | 230            | 0     | 300            | 0     | 0              | 0     | 340           | 0                | 28              |
| San Foca                  | 24             | 0     | 15             | 0     | 0              | 2     | 980           | 0                | 2               |
| Torre Specchia Ruggeri    | 8              | 0     | 10             | 1     | 0              | 117   | >10000        | 0                | 0               |
| S. Cataldo-Scarico Lecce  | >2000          | >300  | >100           | >300  | 1700           | 428   | >10000        | 1                | 0               |
| S. Cataldo-"Lido del Sud" | 50             | 0     | 40             | 0     | 0              | 0     | 1305          | 0                | 0               |
| Torre Rinalda             | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 9     | 605           | 0                | 3               |
| Casalabate                | 8              | 0     | 16             | 0     | 0              | 30    | 1255          | 6                | 0               |
| Lindinuso                 | >2000          | 0     | >100           | 0     | 230            | 2     | 940           | 0                | 0               |
| Lido Presepe              | 20             | 0     | 2              | 0     | 2              | 2     | 575           | 0                | 20              |
| Lido Cerano               | 100            | 0     | 6              | 0     | 0              | 21    | 4480          | 0                | 0               |
| Materdomini               | >2000          | 0     | 300            | 0     | 8              | 0     | 150           | 1                | 5               |
| Punta Penne               | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              | 1     | 390           | 5                | 0               |
| Granchio Rosso            | 30             | 0     | 20             | 0     | 0              | 2     | 220           | 15               | 0               |
| Canale Giancola           | 20             | 0     | 110            | 0     | 220            | 0     | 315           | 225              | 8               |
| Apani-Lido Azzurro        | 18             | 0     | 10             | 0     | 0              | 0     | 210           | 0                | 10              |
| Torre Guaceto             | 0              | 0     | 0              | -     | 0              | -     | -             | 1                | 0               |
| Specchiolla               | 30             | -     | 150            | -     | 40             | -     | -             | 0                | 0               |

le conte vitali su Marine Agar sono rimaste comprese tra 0 e 10.000 CFU/ml; i batteri idrocarburo-ossidanti hanno mostrato valori tra 0 e 24 CFU/100 ml (2000) e tra 0 e 282 CFU/100 ml (2001). Per quanto concerne gli esami colimetrici, i Coliformi totali sono rimasti compresi tra 0 e 1010 CFU/100 ml nel primo campionamento e tra 0 e 400 CFU/100 ml nel secondo. I valori dei Coliformi fecali risultano compresi fra 0 e 325 nel 2000 mentre nel 2001 i valori variavano tra 0 e 400 colonie/100 ml; gli Streptococchi fecali variavano, invece, tra 0 e 40 CFU/100 ml (2000) e tra 0 e 1070 (2001). Le conte dei batteri luminosi hanno mostrato valori compresi tra 1,5 e 240 CFU/100 ml. Anche i campioni prelevati in prossimità della riva hanno mostrato, per entrambi i survey, valori in genere molto bassi con vaste aree di spiaggia esenti da contaminazione antropica ed evidenziando taluni specifici punti di consistente contaminazione antropica (S. Cataldo-Lecce, Nardò, Otranto, Specchiolla, Torre Lapillo).

## Conclusioni

Dai risultati delle indagini svolte emerge un giudizio sulle acque costiere salentine certamente positivo. Infatti, i valori degli indici di contaminazione antropica (CT, CF, SF) sono quasi sempre entro i limiti richiesti dalla legge per la fruizione pubblica, escludendo alcune limitate zone. Nell'area di scarico a mare della città di Lecce, per esempio, troviamo alte concentrazioni di tutti i parametri esaminati. Poche altre zone, invece, si discostano dal limite solo per un parametro colimetrico. Da segnalare che, a volte, nel campione del largo sono stati rilevati indici colimetrici superiori al corrispondente campione di riva, probabilmente imputabili al gioco delle correnti costiere.

La limitata presenza dei BIO indica una bassa contaminazione da idrocarburi, se si escludono alcuni siti (Marina di Novaglie, Santa Cesarea Terme, Canale Giancola) esaminati nel luglio 2001 e se si considera anche il fatto che nel primo survey i valori sono stati sempre al di sotto della soglia di 100-200 CFU/100 ml, da noi proposta per i BIO.

Infine, la comparazione della frazione luminosa rispetto a quella eterotrofica vitale sembra confermare la possibilità di utilizzare i batteri luminosi quali indicatori del livello di contaminazione in acque costiere.

## Ringraziamenti

Si ringraziano sentitamente il Prof. Giovanni Gabutti ed i suoi Collaboratori per l'ospitalità nel Laboratorio di Igiene dell'Università di Lecce ed il Prof. Ferdinando Boero per le facilitazioni offerte in tale sede. Un ringraziamento particolare a Christian Vaglio per lo spirito di collaborazione nel corso dei campionamenti in mare.

## Bibliografia

- CHIAUDANI G., GAGGINO G.F., MARCHETTI R., VIGHI M. (eds) (1982) - Caratteristiche trofiche delle acque costiere Adriatiche: campagna di rilevamento 1978-1979. *Monografie P.F. C.N.R. Promozione della qualità dell'ambiente*, **AQ/2/14**: 1-144.
- DE DOMENICO M., MONTICELLI L.S. (1982) - Empleo de filtros de membrana y almohadillas de celulosa por la enumeración de bacterias utilizadoras de hidrocarburos en ambientes marinos. *Acti 3º Congreso Argentino de Microbiología*, Buenos Aires 1-5 Agosto 1982: D122.

- DE DOMENICO M., GENOVESE L., DE DOMENICO E. (1990) - Valutazione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Ionio. *Oebalia*, **16** (Suppl. 1): 497-506.
- MONTICELLI L.S. (1980) - Prime ricerche sul batterioplancton psicrofilo in acque costiere dell'Italia meridionale. In: de Bernardi R. (ed), *Atti III Congresso Ass. Ital. Oceanol. Limnol.*: 205-216.
- NOCCIOLINI S., SPADAFINA L., VACRI M.R., BACCI E. (2000) - A simple bacterial index for relative water quality: Preliminary application in the Orbetello lagoon (Tuscany Italy). *Chemosphere*, **41**: 1065-1069.
- RAMAIAH N., CHANDRAMOHAN D. (1993) - Ecological and laboratory studies on the role of luminous bacteria and their luminescence in coastal pollution surveillance. *Mar. Pollut. Bull.*, **26**: 190-2001.
- SBRILLI G., CRUSCANTI M., GAGGI C., BACCI E. (1997) - Marine heterotrophic bacteria as indicators in the quality assessment of coastal waters: introducing the "Apparent Bacterial Concentration" approach. *Environ. Toxicol. Chem.*, **16**: 135-139.
- STABILI L., CAVALLO R.A. (2001) - Confronto tra la flora batterica eterotrofa dell'Adriatico meridionale e dello Ionio settentrionale. *Atti Ass. Ital. Oceanol. Limnol.*, **14**: 369-378.
- VIEL M., ZURLINI G. (eds) (1986) - Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia. *ENEA*, Roma: 1-278.

Indagini svolte con fondi del progetto "INTERREG II Italia-Grecia (Task 'Qualità dei sistemi marini costieri e proposte di localizzazione di aree marine protette')".

M. GALLETTA, A. MARINI, F. RAFFA

Istituto Ambiente Marino Costiero (IAMC), Sezione di Messina, CNR,  
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

## ANDAMENTO ANNUALE DELLE CONDIZIONI IDROBIOLOGICHE NELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE CICLOPI" (SICILIA ORIENTALE)

### *ANNUAL TREND OF HYDROBIOLOGICAL CONDITIONS IN THE PROTECTED MARINE AREA "CICLOPI ISLANDS" (EAST SICILY)*

#### **Abstract**

*The Ciclopi Islands are placed along the coastline facing Acitrezza in the east coast of Sicily. An annual hydrobiological monitoring (March 2003-2004) has been carried out with monthly frequency, in one station situated on the 100 meters bathymetric. The phytoplankton has been sustained also in the summer months from the availability of nutrients, being not limiting in this season by thermocline development.*

**Key-words:** *nutrients, phytoplankton, coastal zone.*

#### **Introduzione**

L'Area Marina Protetta denominata "Isole Ciclopi", da un punto di vista morfologico, è costituita da una costa frastagliata e da un gruppo di isolette e scogli denominate complessivamente "Faraglioni", costituitosi in seguito alle prime manifestazioni vulcaniche dell'Etna. Nel dicembre del 1989 questo piccolo arcipelago è divenuto riserva marina e comprende l'area costiera compresa tra Capo Molini a Nord e Punta Aguzza a Sud. Da alcuni studi relativi a quest'area, si è rinvenuto che il contributo più importante dei nutrienti dell'intera area è dovuto all'apporto continuo di sostanze nutritive che sono veicolate dalle correnti generate nello Stretto di Messina (Böhm *et al.*, 1987). L'obiettivo primario di questa ricerca è quello di definire le condizioni che modulano la biomassa fitoplanctonica del Deep Chlorophyll Maximum (DCM).

#### **Materiali e metodi**

Nell'ambito dell'attività svolta nel progetto SAM (Sistemi Automatici di Monitoraggio) del MIUR, è stato effettuato un monitoraggio idrobiologico annuale (marzo 2003-2004) con frequenza mensile, in una stazione (37°32'N; 15°09'E) situata sulla batimetrica dei 100 metri antistante l'Isola Ciclopi (Fig. 1a). La colonna d'acqua è stata esaminata con una sonda multiparametrica (SBE911 *plus*) corredata da un fluorimetro Turner SCUFA, ed i parametri presi in considerazione sono stati temperatura, salinità e fluorescenza da clorofilla *a*. A tre quote selezionate, una nello strato superiore al DCM (10 m), una al DCM (50 m) ed una al di sotto dello stesso (80 m) sono stati prelevati campioni d'acqua per la determinazione dei sali nutritivi e della clorofilla *a* secondo le metodiche di Strickland e Parsons (1972) per nitriti, nitrati e ortofosfati e quelle di Aminot

e Chaussepied (1983) per l'ammoniaca. La biomassa fitoplanctonica è stata misurata mediante l'analisi dei pigmenti clorofilliani (Lazzara *et al.*, 1990).

## Risultati

I risultati di seguito esposti esprimono l'andamento annuale dei parametri presi in considerazione della zona monitorata.

La temperatura della colonna d'acqua in tardo inverno risulta omogenea intorno a 14 °C (Fig. 1b). Il riscaldamento dello strato superficiale inizia a metà maggio (18 °C) e prosegue fino alla formazione del termoclino stagionale, in giugno ( $\Delta T=6$  °C). Il riscaldamento continua fino ad agosto quando con l'omogeneità dei primi 20 m a 27 °C la stratificazione è compresa fra 20 e 40 m ( $\Delta T=10$  °C). Il termoclino permane fino ad ottobre, quindi la perdita di calore degli strati superiori rende la colonna d'acqua omogenea a 15 °C da dicembre e a 14 °C in marzo.

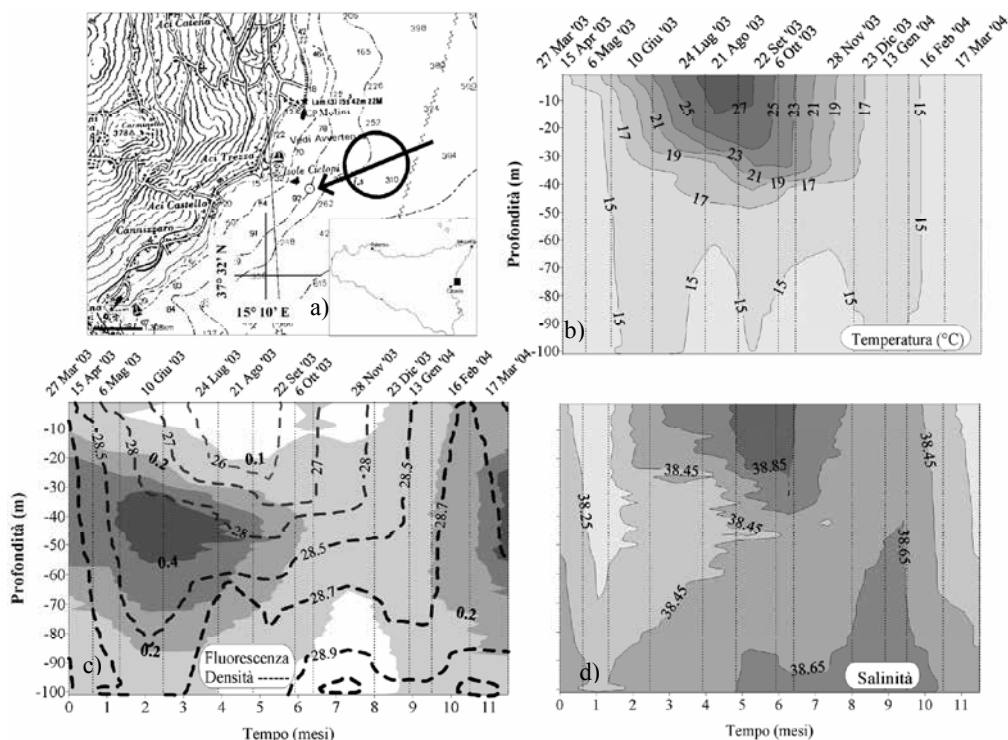


Fig. 1 - a) Area di studio (Sicilia Orientale). b) Andamento temporale della temperatura, c) della fluorescenza e delle isopieche, d) della salinità, lungo la colonna d'acqua (0-100 m).  
 a) Study area (East Sicily). b) Temporal trend of temperature, c) fluorescence and isopycnal, d) salinity, along the water column (0-100 m).



La salinità, lungo la colonna d'acqua, è scarsamente stratificata con un minimo fra aprile e maggio di 38,2 fino a 50 m e uno di 38,4 fino a 100 m (Fig. 1d). In seguito si osserva la presenza di un minimo estivo di 38,4 prima compreso fra 30 e 80 m, e poi limitato ai 50 m. A causa del riscaldamento degli strati superficiali che si verifica da agosto ad ottobre, la stratificazione in superficie (giugno – novembre) mostra un massimo di 38,8. Ad agosto, si osserva la risalita delle acque ioniche (38,6), prima al di sotto dei 70 m, poi, in dicembre, nell'intera colonna d'acqua raggiunge la superficie; da gennaio a marzo, la salinità diminuisce in modo omogeneo arrivando a 38,2.

L'andamento delle isopie (Fig. 1c), nel periodo primaverile, riflette l'iniziale omogeneità della colonna d'acqua ( $28,7 \sigma_t$ ). Si osserva un'evidente stratificazione da giugno ( $27,0 \sigma_t$ ), influenzata principalmente dal riscaldamento dei primi 30 m e più in profondità dalla salinità. Il picnoclino successivamente si stabilisce dai 20 a 70 m a partire da  $26,0 \sigma_t$  fino ad ottobre. Lo strato compreso fra le isopie  $28,0$  e  $28,5 \sigma_t$  sostiene la presenza del DCM primaverile-estivo fra 30 e 50 m. Da novembre si osserva  $28,0 \sigma_t$  in superficie che aumenta nuovamente a  $28,7 \sigma_t$  nel marzo successivo.

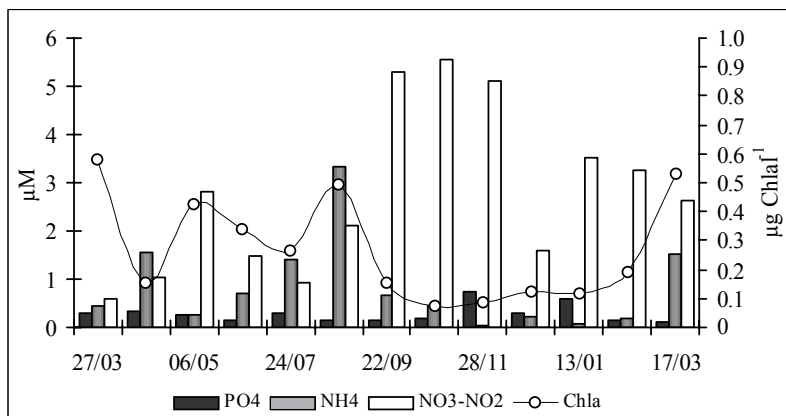


Fig. 2 - Andamento temporale dei sali nutritivi di N e P in rapporto alla clorofilla.  
*Temporal trend between nutrients N, P and chlorophyll.*

Osservando la distribuzione dei sali nutritivi, nello strato del DCM, si nota un valore più basso nel mese di marzo con  $1,36 \mu\text{M}$  (N) e un aumento nei mesi estivi ( $6,09 \mu\text{M}$ ) sino a raggiungere un massimo di  $6,20 \mu\text{M}$  nella stagione autunnale. Per quanto riguarda i fosfati, si riscontra un andamento costante in primavera ( $0,26 \pm 0,07 \mu\text{M}$ ), aumentando in autunno quando si raggiunge il massimo di  $0,76 \mu\text{M}$  (Fig. 2). La clorofilla *a*, misurata lungo la colonna d'acqua, appare in febbraio-marzo con un valore di  $0,54 \mu\text{g/l}$  e si mantiene al di sopra di  $0,4 \mu\text{g/l}$  per poi diminuire nettamente in autunno ( $0,12 \mu\text{g/l}$ ) e quindi ricomincia a scomparire per poi aumentare nel marzo successivo con un valore di  $0,43$  (Fig. 1c). Nello strato del DCM, compreso tra 20 e 70 m, la biomassa fitoplanctonica mostra un massimo di  $0,58 \mu\text{g/l}$  nei mesi primaverili, seguito da massimi e minimi fino ad agosto dove raggiunge il massimo di  $0,50 \mu\text{g/l}$  per diminuire drasticamente in autunno-inverno,

con un minimo di 0,07 µg/l ad ottobre, e ricomincia il ciclo con un nuovo incremento di 0,53 µg/l nel marzo successivo (Fig. 2).

## Conclusioni

Il ciclo annuale della concentrazione totale di clorofilla *a*, nell'area considerata, mostra un andamento tipico delle acque temperate, ad eccezione degli elevati valori presenti nei mesi estivi. All'instaurarsi della stratificazione termo-alina nello strato 20-70 m, i nutrienti, pur essendo confinati al di sotto del picnoclino, sono in concentrazioni superiori rispetto ai valori che si trovano in aree simili nello stesso periodo.

Infatti la struttura chimico-fisica della colonna d'acqua è condizionata da apporti continui di nutrienti che sono veicolati lungo la costa orientale dalle correnti generate nello Stretto di Messina. Per cui in agosto picchi di concentrazione di clorofilla in corrispondenza del DCM, possono in parte derivare dall'abbondante presenza di nutrienti che sostiene la distribuzione della biomassa fitoplanctonica anche nei mesi estivi.

In condizioni invernali di omogeneità della colonna d'acqua la concentrazione della biomassa fitoplanctonica è bassa mentre gli alti valori dei nutrienti sono determinati dalla risalita di acqua ionica profonda.

## Bibliografia

- AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) - *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Centre National pour l'Exploration des Océans: 395 pp.
- BÖHM E., MAGAZZÙ G., WALD L., ZOCCOLOTTI M. (1987) - Coastal currents on the Sicilian shelf south of Messina. *Oceanologica acta*, **10** (2): 137-142.
- CANTONE G., CATALANO D., DI PIETRO N., FASSARI G., MOLLICA E., SCUDERI D. (2003) - L'area marina protetta "Isole Ciclopi": un forziere di biodiversità? *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 25-33.
- LAZZARA L., BIANCHI F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÁ M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. *Nova Thalassia*, **11**: 207-223.
- STRICKLAND J.F.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Ed. Can.*, **167**: 1-311.

M. GRISTINA, F. FIORENTINO, G. GAROFALO, M. GAGLIANO\*,  
G. MORIZZO, S. CUSUMANO

CNR-IAMC, Sezione di Mazara del Vallo, Via Luigi Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

\*School of Marine Biology and Aquaculture James Cook University, Townsville, Australia.

## EFFETTI DELLA PROTEZIONE SULL'ARAGOSTA COMUNE (*PALINURUS ELEPHAS* FABRICIUS, 1787) NELLA RISERVA MARINA DELLE ISOLE EGADI

### *PROTECTION EFFECTS ON EUROPEAN SPINY LOBSTER (PALINURUS ELEPHAS FABRICIUS, 1787) IN THE ISOLE EGADI MARINE RESERVE*

#### **Abstract**

*The introduction of trammel-nets in Italian waters during the 1960s and the high intensity of trawling in coastal waters resulted in a strong decline in spiny lobster stocks. However, the institution of the Egadi Isles Marine Reserve could represent an important opportunity for the re-launching of the local artisanal fishery in accordance with sustainable management practices. The aim of this study was to assess the role of the "Isole Egadi" MPA in recovery and conservation of spiny lobster population.*

**Key-words:** *Palinurus elephas*, Marine Parks, Egadi Islands.

#### **Introduzione**

L'efficacia delle AMP nel favorire il recupero e la protezione degli stocks di Palinuridi è stata ampiamente dimostrata in numerosi lavori realizzati a diverse latitudini (Childress, 1997). Tali studi hanno evidenziato significativi incrementi di densità, taglia media e potenziale riproduttivo delle popolazioni di aragosta all'interno delle AMP rispetto a quelle sottoposte a sfruttamento commerciale. Se si considera il Mediterraneo, tuttavia, le informazioni relative agli effetti della protezione su *Palinurus elephas* sono piuttosto scarse e frammentarie ad eccezione di alcuni lavori effettuati nella riserva marina delle "Isole Columbretes" (Goñi *et al.*, 2000; Goñi *et al.*, 2001). Il presente lavoro ha lo scopo di valutare gli effetti della Istituzione della Riserva marina delle Isole Egadi sulla popolazione di *Palinurus elephas* dell'isola di Marettimo, confrontando la situazione corrente dello stock e della pesca dell'aragosta con quanto emerso dai dati storici acquisiti tramite interviste realizzate con i pescatori locali e con situazioni analoghe esistenti nel Mediterraneo.

#### **Materiali e metodi**

##### *Pesca con le nasse*

Tra il giugno e l'ottobre del 2002 sono state effettuate due campagne di pesca con nasse tradizionali di giunco realizzate da un artigiano locale. Ogni nassa era di forma sub-conica, alta circa 90/110 cm e con una larghezza di circa 65/70 cm di diametro. L'unità di campionamento era il "piede", composto da due nasse, unite ad una zavorra comune e disposte a una distanza di circa 10 m l'una dal-

l'altra. Secondo il piano di campionamento formulato, sei "piedi" (di cui tre nella zona di riserva integrale e tre nelle aree adiacenti sullo stesso versante dell'isola) sono stati calati entro la batimetrica dei 40 m e altri sei tra i 40 e gli 80 m di profondità (Fig. 1). Le campagne di pesca sono state realizzate tra il 10 ed il 14 giugno 2002 (luna nuova) e ripetute tra il 22 ed il 26 giugno 2002 (luna piena). Le nasse, innescate tutte con la stessa esca (*Boops boops*), sono state controllate quotidianamente all'alba.

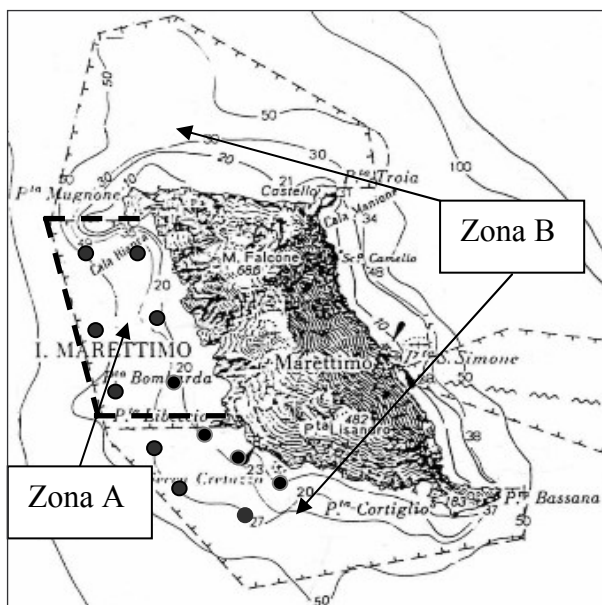


Fig. 1 - Mappa dell'isola di Marettimo e definizione delle aree a diverso grado di protezione. I cerchi indicano le stazioni di campionamento per la pesca con le nasse.

*Study area; the boundaries of the Zona A and the sampling stations of the trap survey (dots) are indicated.*

### *Pesca con il tramaglio*

Nel mese di maggio del 2002 sono state realizzate 16 pescate sperimentali con tramagli da 500 m di lunghezza attorno a tutta l'isola di Marettimo, zona di riserva integrale inclusa (Zona A). Le reti venivano messe in pesca al tramonto e salpate all'alba del giorno successivo; per ogni tratto di rete sono stati registrati: data, posizione geografica, profondità, numero totale di aragoste per giornata di pesca. Per ogni esemplare di *P. elephas* catturato sono stati rilevati i principali parametri morfogravimetrici: Lunghezze Totale (LT) e del Carapace (LC), in mm, e Peso Totale (PT), in g. Infine, con l'ausilio dei pescatori della Cooperativa San Giuseppe (80% della marineria locale), sono state censite tutte le catture di aragosta realizzate nel mese di maggio e nel mese di ottobre 2002. Anche in questo caso, per ogni esemplare catturato sono stati rilevati i principali parametri morfogravimetrici.

### Interviste con i pescatori

Tramite modulistica opportunamente predisposta sono state realizzate interviste con i pescatori di Marettimo (ancora in attività e non) allo scopo di ottenere le seguenti informazioni: principali attrezzi da pesca impiegati per la cattura delle aragoste; principali aree di pesca; stagione di pesca per attrezzo; descrizione degli attrezzi ed operazioni di pesca (esche, orari e periodi); evoluzione nel tempo dei rendimenti di pesca per attrezzo (dati storici).

### Risultati e conclusioni

Nei mesi di maggio e di ottobre 2002 sono state complessivamente armate e messe in pesca nelle acque dell'Isola di Marettimo un totale di 336 nasse. Se si eccettua una modesta cattura accessoria, nessun individuo di *P. elephas* è stato catturato nell'ambito delle due campagne. Naturalmente, visti i risultati, non è stato possibile alcun confronto tra l'area A (protezione totale) e l'area B (protezione parziale).

Le 16 pesche sperimentali con tramaglio e l'analisi degli sbarcati (70% della flotta artigianale di Marettimo) condotte per tutto il mese di giugno e per tutto il mese di ottobre 2002 hanno consentito di censire un totale di 205 esemplari; di questi, appena il 9,2% delle catture superava la taglia commerciale (LT 240 mm) (Fig. 2).

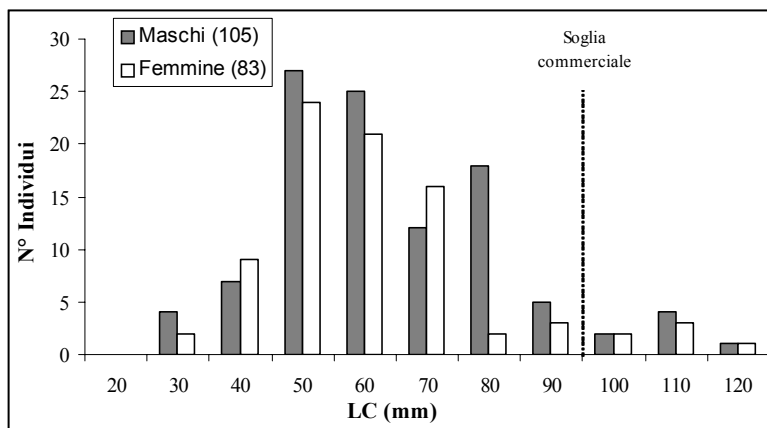


Fig. 2 - Distribuzione per classe di taglia e per sesso delle aragoste catturate dal 70% della marineria di Marettimo in giugno ed in ottobre del 2002.

*Length class distribution by sex of the specimens caught by the 70% of the Marettimo fleet in June and October 2002.*

Nella Tab. 1 i rendimenti della pesca a tramaglio ottenuti presso l'isola di Marettimo (e standardizzati a 500 metri di rete), sono stati confrontati con quelli registrati presso altre due AMP del Mediterraneo occidentale: Isole Columbretes (Spagna) e Isola Galite (Tunisia). La tabella evidenzia un picco massimo nella

riserva delle Columbretes (8,61 individui/cala; 4,6 kg/cala) (Copemed, 2003) ed un minimo nella Riserva delle Isole Egadi (1,46 individui/cala; 0,8 kg/cala).

Le misure di protezione e di gestione adottate presso la AMP delle Isole Columbretes (divieto assoluto di pesca all'aragosta con qualsiasi attrezzo), istituita a partire dal 1990, hanno consentito di ricostituire lo stock. L'abbondanza della risorsa ha raggiunto un livello tale da consentire alla marineria locale che opera ai confini esterni della riserva, la reintroduzione delle nasse come esclusivo attrezzo per la pesca commerciale delle aragoste; tali attrezzi, altamente selettivi e di minimo impatto sulle comunità bentoniche (Miller, 1990) preservano i giovanili e gli individui di grandi dimensioni, garantendo lo sfruttamento sostenibile della risorsa ed al contempo il mantenimento di un elevato potenziale riproduttivo (Chubb, 2000).

Tab. 1 - Confronto dei rendimenti di pesca in tre AMP del Mediterraneo occidentale. N/cala e P/cala: numero e peso per cala standardizzata (500 m); N/nassa: numero di individui per nassa.

*Comparison of the catch rate among three MPA in the Western Mediterranean; N/cala e P/cala: number and weight per standard haul (500 m); N/nassa: number of specimens per trap.*

|           |         | La Galite<br>Tunisia<br>43 Cale | Columbretes<br>Spagna<br>87 Cale | Marettimo<br>Italia<br>16 Cale |
|-----------|---------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Tramaglio | N/cala  | 4                               | 8,61                             | 1,46                           |
|           | P/cala  | 3.752,80                        | 4.694,60                         | 0,685                          |
| Nasse     | N/nassa | -                               | 0,37-0,67                        | 0                              |

Dalla ricostruzione storica delle catture presso l'isola di Marettimo, realizzata tramite interviste di 5 pescatori di età avanzata (65-75 anni) e dall'analisi della bibliografia più remota, si evidenzia il collasso delle catture avvenuto intorno alla fine degli anni '70 (Fig. 3a-b) in seguito all'avvento del tramaglio e dello sviluppo delle tecnologie di bordo (salpa-tramaglio, Loran, GPS). Nonostante l'ampio arco temporale considerato, il confronto tra i rendimenti ottenuti è reso possibile dal fatto che le metodiche adottate per la pesca con le nasse (materiale, forma, n° di trappole impiegate  $\approx$ 40 per imbarcazione, tipo di esca, durata delle operazioni di pesca) sono rimaste praticamente inalterate.

A differenza della AMP delle isole Columbretes, l'istituzione della AMP delle Egadi, avvenuta nel 1991, non ha determinato gli effetti sperati sul "recovering" dello stock di *P. elephas*. L'intensa pesca artigianale praticata nelle zone a protezione parziale (A e B) e la frequente violazione dei divieti da parte di alcune imbarcazioni a strascico provenienti da marinerie limitrofe ha probabilmente interferito sul recupero della risorsa.

Gli interessanti risultati ottenuti presso l'AMP delle Columbretes, tuttavia, consentono di individuare un percorso per lo sviluppo di una pesca artigianale redditizia e compatibile con le esigenze di conservazione e protezione. Nel caso di Marettimo, questo percorso non può prescindere dalla eliminazione della pesca di frodo dalle aree di protezione integrale e dalla interdizione di attrezzi distruttivi per la risorsa (tramagli) dagli habitat elettivi per fasi vitali critiche, (rocce del largo per gli adulti; fanerogame per i giovanili), anche nelle aree a protezione parziale. La concessione del diritto esclusivo di pesca nelle aree sottoposte a vincolo parziale ai soli pescatori residenti a Marettimo, accompagnate da attività integrative (pesca turismo e l'ittiturismo), potrebbero consentire di ricostituire lo stock di aragosta ed, al contempo, il rilancio socio-economico della Comunità senza compromettere la qualità dell'ambiente e delle risorse naturali.

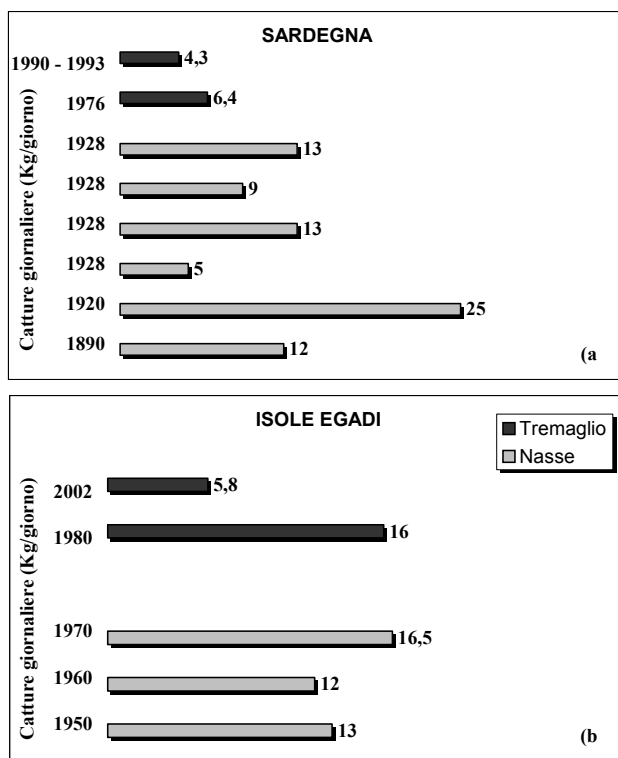


Fig. 3 - Andamento temporale della pesca dell'aragosta; a) 1890-1928 da Santucci 1928; 1976 da Cottiglia *et al.*, 1976; 1990-1993 da Secci *et al.*, 1995; b) 1950-1980 interviste con i pescatori; 2002 dati sperimentali.

*Temporal trend of the European lobster fishery; 1890-1928 by Santucci 1928; 1976 by Cottiglia et al., 1976; 1990-1993 by Secci et al., 1995; b) 1950-1980 data by fishermen interviews; 2002 experimental data.*



## Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano i pescatori della Cooperativa San Giuseppe per la loro attiva collaborazione e la Riserva Marina "Isole Egadi" per il finanziamento concesso.

## Bibliografia

- CHILDRESS M.J. (1997) – Marine reserves and their effects on lobster populations: report from a workshop. *Marine and Freshwater Research*, **48**: 1111-1114.
- CHUBB C.F. (2000) - Reproductive biology: issues for management. In: Phillips B.F. and Kittaka J. (eds), *Spiny lobsters: fisheries and culture*, 2<sup>nd</sup> ed. Fishing News Books, Blackwell Science: 245-275.
- COPEMED (2003) - Spiny lobster (*Palinurus elephas* Fabricius 1787) fisheries in the western Mediterranean: A comparison of Spanish and Tunisian fisheries, by Quetglas A., Gaamour A., Reñones Pérez O., Missaoui H., Zarrouk T., Goñi R., De Garizurieta B. (available at: <http://www.faocopemed.org>).
- COTTIGLIA M., IONTA G., MASALA E., SERRA E., TAGLIASACCHI MASALA M.L. (1976) – Primi risultati della campagna di pesca di *Palinurus elephas* Fabr. in Sardegna. *Ecologia, etologia, produzione e sforzo di pesca. La programmazione in Sardegna*, **59**: 1-14.
- GOÑI R., RENONES O., QUETGLAS A. (2000) – Abundance and movement of *Palinurus elephas* in a North-western Mediterranean Marine Reserve. *The Lobster Newsletter*, **13** (1): 4-8.
- GOÑI R., RENONES O., QUETGLAS A. (2001) – Dynamics of protected Western Mediterranean population of the European Spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) assessed by trap surveys. *Marine and Freshwater Research*, **52**: 1577-1587.
- MILLER R.J. (1990) – Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **47**: 1228-1251.
- SANTUCCI R. (1928) – La pesca dell'aragosta in Sardegna. *Mem. R. Com. Talassogr. Ital.*, **136**: 1-23, IV Tavv.
- SECCI E., ADDIS P.A., STEFANI M., CAU A. (1995) – La pesca di *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) nei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 455-457.

A. MILAZZO, A. CANNIZZARO, L. CANNIZZARO, A. CONDORELLI,  
P. RIZZO, G. SALVO, S. VITALE

Istituto di Ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, Sez. dell'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero,  
Via L. Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

## SUGLI ATTREZZI DA PESCA UTILIZZATI DALLA MARINERIA DI SELINUNTE

### *FISHING GEAR USED BY ARTISANAL FISHERY OF SELINUNTE*

#### **Abstract**

*The aim of this work was to identify and classify the fishing gear used by the artisanal fishing fleet of Selinunte. The artisanal fishery guest in Selinunte port counts 43 fishing boats, with a gross tonnage (GRT) of about 90 metric tons; the average age of boats is about 33 years. Ten fishing gear used in Selinunte were registered and classified. Most of the artisanal fishing fleet of Selinunte use the small-meshed trammel net, changing the mesh and R-tex size, according to the seasonal target species available to the gear, all year round.*

**Key-words:** *artisanal fishing, fishing gear, coastal zone.*

#### **Introduzione**

Chi pesca ha l'obbligo di farlo in maniera responsabile così da assicurare la conservazione delle risorse marine e la possibilità per le future generazioni di continuare a pescare. A tal fine è necessario prevenire lo sfruttamento eccessivo e limitare la capacità di pesca ad un livello adeguato alla disponibilità delle risorse. La valutazione a fini gestionali delle risorse pescabili non può prescindere dalla determinazione degli attrezzi da pesca utilizzati, dalla loro selettività e quindi dalla capacità di catturare il più possibile le specie e le taglie desiderate. Obiettivo di questo lavoro è identificare e classificare gli attrezzi da pesca utilizzati dalla flotta artigianale della marineria di Selinunte. Tutte le barche di questa marineria operano entro le tre miglia dalla costa, tra Capo Granitola e Capo S. Marco (Sicilia sud-occidentale). La flotta artigianale di Selinunte conta 43 barche per un totale di circa 90 TSL, e una età media è di circa 33 anni (Cannizzaro *et al.*, 2000).

#### **Materiali e metodi**

Per ognuno degli attrezzi da pesca censiti sono stati rilevati i principali parametri tecnici (UNI M8, 1988):

- lunghezza della rete (lunghezza lima da sugheri);
- altezza della rete (prodotto fra il numero di maglie in altezza e la lunghezza della maglia);
- apertura della maglia (per la rete annodata rappresenta la distanza interna esistente tra due nodi opposti di una stessa maglia completamente tesa, per la rete senza nodi rappresenta la distanza interna esistente tra due incroci opposti di una stessa maglia);
- numero di galleggianti e peso della lima dei piombi.

- R-tex (per le reti in poliammide: massa in grammi per 1.000 metri di panno pronto per l'uso, per le reti in nylon: diametro del filo).

Per quanto riguarda i palangari sono stati rilevati i seguenti parametri: lunghezza e diametro della trave e dei braccioli, distanza tra i braccioli, numero e dimensione degli ami (intesa come diametro, altezza del gambo e apertura della curva).

## Risultati

Il tremaglio risulta essere l'attrezzo da posta maggiormente utilizzato dalla flottiglia artigianale di Selinunte. Nel corso dell'anno sono apportate variazioni riguardanti la dimensione della maglia e il diametro del filato di cui è costituito l'attrezzo (poliammide), in corrispondenza della specie in quel momento disponibile. Ad esempio, una delle specie di maggiore interesse commerciale per la marineria di Selinunte è il *Melicertus kerathurus*, pescato soprattutto nella stagione estiva, con un tremaglio con un'apertura di maglia inferiore rispetto a quella usata in altri periodi dell'anno e per altre specie bersaglio.

Normalmente, il tremaglio ha una lunghezza della rete di 2.000-2.500 m ed è armato con panno interno a 3 capi e lato della maglia di 40 mm, panno esterno a 6 capi con maglia di 320 mm, l'altezza totale è di 4 m con corda piombata di 200 g/m e lima dei sugheri con un galleggiante (peso 10 g e diametro di 5 cm) posizionato ogni 1,4 m; l'R-tex è nel panno esterno pari a 376, nel panno interno a 150.

La rete da imbrocco (monofilo in nylon) utilizzata dalla marineria di Selinunte soprattutto su fondali sabbiosi e principalmente nella stagionale invernale, è costituita da un solo panno di rete con maglie di diversa grandezza in funzione della specie bersaglio. È un attrezzo selettivo in quanto cattura esemplari proporzionali all'ampiezza della maglia usata; ha mediamente una lunghezza di 2.000 m con un'apertura di maglia di 50 mm, l'altezza totale è di 7 m con corda piombata di 280 g/m e lima dei sugheri armata con un galleggiante (peso 10 g e diametro di 5 cm) posizionato ogni 1,4 m; il diametro del filo di nylon è mediamente pari a 0,2 mm.

La rete a circuizione per bianchetto è utilizzata da due imbarcazioni nel periodo febbraio-marzo, previa autorizzazione dell'Assessorato regionale competente. L'attrezzo è costituito da due lati di 200 m di lunghezza ciascuno e da un sacco di 20 m; l'apertura della maglia laterale decresce da 6 a 3 cm, mentre nel sacco l'apertura della maglia si riduce a circa 4 mm. L'altezza è di 20 m, la rete è armata con 300 kg di piombo e 10.000 galleggianti, distribuiti in tutta la lunghezza dell'attrezzo; il diametro del filo di nylon che compone la rete è mediamente pari a 0,2 mm.

Il cianciolo per sarde e acciughe presenta caratteristiche simili alla rete a circuizione per lampughe: lunghezza della rete di 220 m, altezza totale di 50 m, lima dei sugheri con 10.000 galleggianti, del diametro di 4 cm, e lima dei piombi con 2 Kg/m, sempre sulla lima dei piombi sono montati ogni 5 m degli anelli in metallo in cui viene fatto scorrere il cavo di raccolta che serve per chiudere la rete all'atto di salparla. L'apertura della maglia differenzia il cianciolo per sarde e acciughe dalla cosiddetta "lampugara", infatti, per il cianciolo essa è pari a 1,6 cm uniformemente in tutta la lunghezza della rete, mentre per la rete a circuizione per lampughe è di 5 cm. Nelle due reti l'R-tex varia da 75 a 150.

La “schitta” è una rete pelagica derivante in nylon, utilizzata in condizioni meteo-marine favorevoli per la cattura di specie pelagiche di particolare interesse commerciale quali sgombri e acciughe; essa è costituita da una rete lunga 1.200 m con un’apertura della maglia che varia a secondo della specie target; l’attrezzo ha un’altezza di 13 m ed è armato con una corda piombata di 100 g/m e lima dei sugheri costituita da un galleggiante posizionato ogni 1,2 m. Il diametro del filo di nylon è mediamente pari a 0,3 mm.

Un’altra rete pelagica derivante è la cosiddetta “tratta” o “minaita”, utilizzata per la pesca delle sardine e delle acciughe. La peculiarità di quest’attrezzo consiste nella capacità di “ammagliare” la preda. L’animale rimane impigliato per le branchie alla rete, di conseguenza vi è un dissanguamento tale da conferire al pescato una qualità commerciale superiore rispetto a quanto avviene con la rete a circuizione classica, in cui invece l’animale rimane integro. I parametri medi dell’attrezzo sono i seguenti: lunghezza di 600 m, apertura della maglia di 2,5 cm, altezza di 20 m con lima dei sugheri armata con 10 galleggianti posizionati ogni 1,8 m e corda piombata di 55 g/m. L’R-tex è pari a 400.

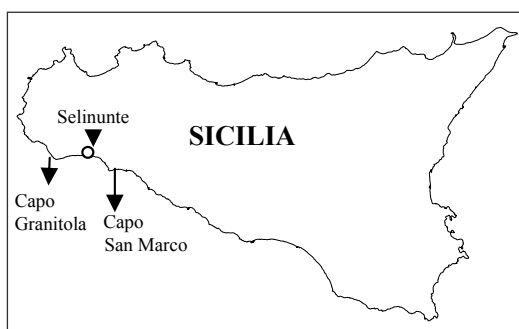


Fig. 1 - L’area di studio.

*The area of study.*

Infine, la rete monofilo per sogliole, sviluppata grazie all’intuito di alcuni pescatori che vedendo nella *Solea impar*, soleide molto diffuso nei fondali selinuntini, una fonte di guadagno non indifferente, hanno cercato di mettere a punto un attrezzo specifico per tale specie. Questa rete è in nylon ed ha le stesse caratteristiche tecniche di una monofilo classica, ma presenta un’altezza inferiore (2 m) e un’apertura della maglia pari a 6 cm. La differenza fondamentale rispetto alla rete monofilo è che mentre quest’ultima viene annodata strettamente sia lungo la lima dei sugheri che dei piombi (con un nodo ogni 3 maglie) risultando così completamente tesa, la rete monofilo per sogliole viene legata alla lima dei sugheri e dei piombi, con un nodo ogni 6 maglie, in modo tale da incresparsi e non rimanere rigida. Il diametro del filo di nylon è mediamente pari a 0,2 mm.

Per quanto riguarda i due tipi di palangaro in uso in questa marineria, il palangaro di fondo è usato soltanto da una imbarcazione principalmente per la pesca degli sparidi; esso è costituito da una trave lunga 2000 m del diametro

di 2 mm alla quale, ogni 4 m, è legato un bracciolo lungo 2 m del diametro di 0,6 mm. Gli ami, in numero di 500, hanno mediamente una lunghezza del gambo pari a 20 mm, la gola di 10 mm, un diametro di 1 mm ed un'apertura della curva di 10 mm.

L'altro tipo è il palangaro derivante per la pesca del pesce spada; costituito mediamente da una trave lunga 10.000 m del diametro di 3 mm alla quale, ogni 25 m, è legato un bracciolo lungo 7 m del diametro di 2 mm. Gli ami, in numero di 400, hanno mediamente una lunghezza del gambo pari a 60 mm, la gola di 30 mm, diametro di 3 mm ed un'apertura della curva di 35 mm. Ogni 100 m sulla trave principale è posto un bracciolo della lunghezza di 2 m sul quale è collocato un galleggiante ad alta densità (barilotto del diametro di 10 cm, lungo 25 cm).

## **Conclusioni**

La flottiglia artigianale di Selinunte è caratterizzata da una forte polivalenza dell'attività di pesca: quasi tutte le barche utilizzano più sistemi e attrezzi nei diversi periodi dell'anno, adattando le strategie di pesca all'ecologia e alle abitudini delle specie bersaglio. Ciò comporta da un lato una elevata flessibilità nell'adattarsi ai cambiamenti dei diversi fattori che influenzano l'attività di pesca stessa, e dall'altro una multispecificità delle catture in relazione alle caratteristiche di diversità dell'area di pesca. Circa l'80% della flottiglia artigianale di Selinunte utilizza il tremaglio a maglia fine, variando la dimensione della maglia e del filato durante il corso dell'anno, in relazione alla specie bersaglio stagionalmente disponibile all'attrezzo.

## **Bibliografia**

UNI M 8 (1988) - Norme per il settore della pesca. Ente Nazionale Italiano di Unificazione.  
CANNIZZARO L., GAROFALO G., ARCULEO M., KALLIANIOTIS A., POTOSCHI A.  
(2000) - Stocks assessment of some coastal species caught by artisanal fishery. Final Report, Contract U.E. 96/054.

A. MOLINARI

ICRAM, Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.

## PRELIMINARY OBSERVATIONS ON FISH ASSEMBLAGES ASSOCIATED TO *BEACHROCK* FORMATIONS IN THE WESTERN LIGURIAN SEA

### *OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUI POPOLAMENTI ITTICI ASSOCIATI A FORMAZIONI A BEACHROCK IN DUE SITI DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE*

#### **Abstract**

*The coastal fish assemblages associated to beachrocks have been studied by visual census technique in two sites of western Liguria. This preliminary descriptive study, provides a first description of the fish assemblage associated to beachrock formations and represents the basis for the planning of a more complete survey.*

**Key-words:** marine fish, beachrock, Ligurian Sea.

#### **Introduction**

The growing attention paid for the study of fish fauna associated to shallower hard substrate can be traced back to the role of this habitat as source of primary production often sustaining well diversified communities including fishes (Sala & Boudouresque, 1997).

Some coastal areas of the western Ligurian Sea are characterised by the presence of *beachrock*, carbonate-cemented rock of varying composition occurring in the upper tidal zone of many temperate, subtropical and tropical marine environments (Schreiber *et al.*, 2002).

This paper provides a first description of the fish fauna associated to *beachrock* in two sites of western Liguria, increasing the existing information for this particular rocky reef in this region, for which information regarding only its geomorphological characteristics (Fierro *et al.*, 1974) was previously available. The study takes into account the species richness and the density and size composition of the fish assemblages of the two investigated sites.

#### **Materials and methods**

The study was performed during June and July 2002, at two sites in western Liguria, Borgio Verezzi and Varigotti (hereafter named as A and B respectively), both characterized by *beachrocks* parallel to the coastline. These formations are 350 m to 2 km long and 20 to 50 m wide, with a upper plateau sloping gently from the water surface to 2-3 m depth and the outer edge drops on sands at 4-6 m depth.

Data on coastal fish fauna was collected between the surface and –3 m depth by means of visual census, performed by snorkeling along 25×5 m transects (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). A total of 18 repeated censuses were performed at each site.

Tab. 1 - Frequency (%) and density (mean abundance  $\pm$  SE) of fish species recorded at the two sampling sites.

*Frequenza (%) e densità (abbondanza media  $\pm$  SE) delle specie ittiche rinvenute nei due siti di campionamento.*

| Family                  | Species                            | Site A            |                  | Site B             |                   |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
|                         |                                    | Freq. (%)         | Density          | Freq. (%)          | Density           |
| Atherinidae             | <i>Atherina</i> sp.                | 6%                | 0.06 $\pm$ 0.06  | 50%                | 96.17 $\pm$ 39.36 |
| Belonidae               | <i>Belone belone</i>               |                   |                  | 6%                 | 0.06 $\pm$ 0.06   |
| Blenniidae              | <i>Aidablennius sphyinx</i>        |                   |                  | 11%                | 0.17 $\pm$ 0.12   |
|                         | <i>Coryphoblennius galerita</i>    | 6%                | 0.11 $\pm$ 0.11  | 17%                | 0.22 $\pm$ 0.13   |
|                         | <i>Lipophrys trigloides</i>        |                   |                  | 6%                 | 0.06 $\pm$ 0.06   |
|                         | <i>Parablennius gattorugine</i>    |                   |                  | 22%                | 0.22 $\pm$ 0.10   |
|                         | <i>Parablennius incognitus</i>     | 17%               | 0.22 $\pm$ 0.13  | 17%                | 0.22 $\pm$ 0.13   |
|                         | <i>Parablennius sanguinolentus</i> | 22%               | 0.39 $\pm$ 0.20  | 28%                | 0.56 $\pm$ 0.23   |
|                         | <i>Parablennius tentacularis</i>   |                   |                  | 28%                | 0.28 $\pm$ 0.11   |
|                         | <i>Parablennius zvonimiri</i>      | 11%               | 0.11 $\pm$ 0.08  | 22%                | 0.22 $\pm$ 0.10   |
| Carangidae              | <i>Trachinotus ovatus</i>          |                   |                  | 6%                 | 0.17 $\pm$ 0.17   |
| Gobiidae                | <i>Gobius buccichi</i>             |                   |                  | 17%                | 0.22 $\pm$ 0.13   |
| Labridae                | <i>Coris julis</i>                 | 72%               | 2.39 $\pm$ 0.49  | 94%                | 4.44 $\pm$ 0.96   |
|                         | <i>Labrus merula</i>               |                   |                  | 17%                | 0.22 $\pm$ 0.13   |
|                         | <i>Labrus viridis</i>              |                   |                  | 11%                | 0.11 $\pm$ 0.08   |
|                         | <i>Symphodus cinereus</i>          |                   |                  | 17%                | 0.22 $\pm$ 0.13   |
|                         | <i>Symphodus ocellatus</i>         |                   |                  | 6%                 | 0.11 $\pm$ 0.11   |
|                         | <i>Symphodus roissali</i>          |                   |                  | 61%                | 1.17 $\pm$ 0.35   |
|                         | <i>Symphodus rostratus</i>         |                   |                  | 17%                | 1.00 $\pm$ 0.56   |
|                         | <i>Symphodus tinca</i>             | 33%               | 0.56 $\pm$ 0.22  | 78%                | 2.22 $\pm$ 0.64   |
|                         | <i>Thalassoma pavo</i>             |                   |                  | 6%                 | 0.06 $\pm$ 0.06   |
| Moronidae               | <i>Dicentrarchus labrax</i>        | 6%                | 0.44 $\pm$ 0.44  | 22%                | 0.39 $\pm$ 0.23   |
| Mugilidae               | <i>Mugil</i> sp.                   | 22%               | 2.67 $\pm$ 1.33  | 78%                | 32.17 $\pm$ 8.58  |
| Mullidae                | <i>Mullus barbatus</i>             | 6%                | 0.17 $\pm$ 0.17  |                    |                   |
|                         | <i>Mullus surmuletus</i>           | 6%                | 0.17 $\pm$ 0.17  | 44%                | 2.89 $\pm$ 1.11   |
| Pomacentridae           | <i>Chromis chromis</i>             | 11%               | 0.22 $\pm$ 0.17  | 6%                 | 8.33 $\pm$ 8.33   |
| Serranidae              | <i>Serranus cabrilla</i>           |                   |                  | 11%                | 0.11 $\pm$ 0.08   |
|                         | <i>Serranus scriba</i>             |                   |                  | 11%                | 0.11 $\pm$ 0.08   |
| Sparidae                | <i>Diplodus annularis</i>          | 72%               | 2.50 $\pm$ 0.72  | 28%                | 0.94 $\pm$ 0.41   |
|                         | <i>Diplodus puntazzo</i>           |                   |                  | 11%                | 0.11 $\pm$ 0.08   |
|                         | <i>Diplodus sargus</i>             | 89%               | 6.56 $\pm$ 1.46  | 100%               | 20.56 $\pm$ 4.73  |
|                         | <i>Diplodus vulgaris</i>           | 100%              | 6.94 $\pm$ 1.27  | 100%               | 22.28 $\pm$ 2.87  |
|                         | <i>Lithognatus mormyrus</i>        | 22%               | 1.17 $\pm$ 0.68  | 44%                | 3.94 $\pm$ 2.20   |
|                         | <i>Oblada melanura</i>             | 44%               | 7.56 $\pm$ 14.31 | 72%                | 18.67 $\pm$ 5.11  |
|                         | <i>Pagellus acarne</i>             |                   |                  | 17%                | 4.83 $\pm$ 3.56   |
|                         | <i>Sarpa salpa</i>                 | 89%               | 65.00 $\pm$ 4.04 | 94%                | 61.11 $\pm$ 16.67 |
| Sphyraenidae            | <i>Sphyraena viridensis</i>        |                   |                  | 11%                | 2.28 $\pm$ 2.22   |
| Synodontidae            | <i>Synodus saurus</i>              |                   |                  | 6%                 | 0.06 $\pm$ 0.06   |
| Tripterygiidae          | <i>Tripterygion tripteronotus</i>  |                   |                  | 50%                | 0.78 $\pm$ 0.24   |
| Total number of species |                                    | 18                |                  | 36                 |                   |
| Total mean abundance    |                                    | 97.22 $\pm$ 15.41 |                  | 287.67 $\pm$ 37.10 |                   |



The collected data allow to compare the species richness and fish abundances at each *beachrock* and to describe the size structure of the fish assemblages. A T-test was applied in order to detect differences between abundance values at the two investigated sites.

## Results

The recorded data allowed to identify 39 fish species belonging to 16 families. Labrids, Sparids and Blennids represent 65% of the species. At both sampling sites *Diplodus sargus*, *D. vulgaris* and *Sarpa salpa* occurred with a frequency higher than 70% (Tab. 1). Site B was richer in number of species than site A (36 and 18 species respectively). Among the most diversified families, Labrids, present with 2 species only, seem to be less represented at site A.

The mean abundance value of the whole fish assemblages in the two sampling sites was higher at B than at A ( $P < 0.001$ ). The mean abundance values were statistically higher at site B for *D. vulgaris* ( $P < 0.001$ ), *D. sargus* and Mugilidae (both with  $P < 0.01$ ), *Atherina* sp., *Mullus surmuletus* and *Symphodus tinca* (all with  $P < 0.05$ ).

The fish assemblages of these two *beachrocks* were characterised by a general co-dominance of small sized, with 42% at A and 44% at B and medium sized specimens, with 48% at A and 54% at B. The large size class was less represented, with 10% at A and 2% at B.

## Conclusions

The results of this study provided a first description of the fish assemblage associated with this geological formation in the western Ligurian Sea, with a number of species comparable with those detected in other rocky shores close with these areas (Molinari, 2003; Molinari & Tunesi, 2003).

The collected data of the two studied *beachrocks*, show higher values at site B both in terms of species composition (mainly dependent on Labrids, Sparids and Blennids) and density. These differences could be related with beach nourishment activities conducted every year at site A. The physical disturbance caused by the production of a relevant sediment deposition over the bottom, could induce a reduction in macroalgal cover, with consequent degradation of fish and wildlife habitat (Peterson *et al.*, 2000).

The size composition is similar in the two sampled sites with an important presence of small and juvenile specimens, especially for species belonging to Sparid, confirming the importance of shallow rocky substrates for the settlement of fishes (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995; Tunesi *et al.*, 1996).

Research activities for the detection of several temporally variable processes, such as migration, recruitment and mortality, which could give further interpretations on the variation in richness and abundance of fish assemblages associated with *beachrocks*, have been planned and are currently in progress.

## References

- FIERRO G., PIACENTINO G.B., TUCCI S. (1974) - Caratteri morfologici e litogenetici di una "beach rock" della Liguria occidentale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, **81**: 89-102.

- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R. (1985) - The underwater observation of fish communities and fish populations: Methods and problems. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-540.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., LEBoulLEUX V. (1995) - Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, **300-301**: 309-320.
- MOLINARI A. (2003) – La fauna ittica associata a tre differenti tipologie di habitat costieri presenti a Bergeggi (Mar Ligure occidentale). *Doriana*, **8** (338).
- MOLINARI A., TUNESI L. (2003) – Observations on the fish assemblages of the Bergeggi area (Western Ligurian Sea). *Atti AIOL*, **16**: 155-161.
- PETERSON C.H., SUMMERSON H.C., THOMSON E., LENIHAN H.S., GRABOWSKI J., MANNING L., MICHELI F., JOHNSON G. (2000) - Synthesis of linkages between benthic and fish communities as a key to protecting essential fish habitat. *Bul. Mar. Sci.*, **66** (3): 759-774.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F. (1997) - The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. I: algal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **212**: 25-44.
- SCHREIBER U., GEDEMANN R., BIRD P., RALPH P.J., LARKUM A.W.D., KUHLM. (2002) – Apparent light requirement for activation of photosynthesis upon rehydration of desiccated beachrock microbial mats. *J. Phycol.*, **38**: 125-134.
- TUNESI L., VACCHI M., MORI M. (1996) - Osservazioni sugli stadi giovanili del genere *Diplodus* nelle acque del Golfo Tigullio (Mar Ligure). *Atti 11° Congr. A.I.O.L.*: 213-224.

M.C. PASSALACQUA, S. CANTA, G. BONO, A.M. BELTRANO

Istituto di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, IRMA-CNR, Sez. dell'Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero (IAMC), Via Luigi Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
claudia.passalacqua@libero.it

## SCORPAENA PORCUS NELL'AREA MARINA PROTETTA (AMP) DELLE ISOLE EGADI

### SCORPAENA PORCUS IN THE MARINE PROTECTED AREA (AMP) OF EGADI ISLANDS

#### Abstract

*Scorpaena porcus* (Osteichyes, Scorpaenidae) was studied in the AMP of Egadi islands (Sicily), from 2001 to 2002. The parameters  $a$  and  $b$  of the  $LW$  relationship were: 0.0164 and 3.0706 for females, 0.0224 and 2.9294 for males. The spawning period was in the summer and it was determined by gonado-somatic index (GSI) analysis. The value for  $L_{\infty}$ ,  $k$  and  $t_0$  were: 235 mm, 0.28/year and -0.03 years for females, and 220 mm, 0.27/year and -0.03 years for males.

**Key-words:** *Scorpaena porcus*, reproduction, age, growth, Egadi islands.

#### Introduzione

*Scorpaena porcus*, comunemente conosciuta come scorfano nero, è una specie demersale presente in tutto il Mediterraneo. È ampiamente diffusa in tutta la fascia costiera in particolare su fondi duri e sulle praterie di fanerogame marine (Relini *et al.*, 1999), fino ad una profondità massima di 100 m (Tortonese, 1975). È una specie comunemente presente nei mercati e costituisce una delle specie più importanti delle cassette di "misto" destinate alla zuppa di pesce (Silvestri *et al.*, 2002).

Le informazioni pubblicate su questo scorpenide sono scarse e in particolar modo concentrate sulle caratteristiche morfologiche, distribuzione e sull'ecologia (Fisher *et al.*, 1987; Tortonese, 1970). Solo Bradai e Bouain nel 1988 e Silvestri *et al.* nel 2002 hanno trattato i temi dell'età, la crescita e la riproduzione. Obiettivo di questo lavoro è quindi quello di approfondire le conoscenze sul ciclo vitale di *S. porcus* nell'area marina protetta (AMP) delle Isole Egadi avvalendosi, in particolar modo, della lettura degli otoliti come strumento per la stima dell'età e della crescita.

#### Materiali e metodi

Nell'AMP delle Isole Egadi, sono stati catturati 194 esemplari di *S. porcus* mediante pesche sperimentali con reti da posta: tremaglio e monofilo.

Sono state effettuate quattro campagne di pesca stagionali durante l'anno 2002-2003 (Beltrano *et al.*, 2004). Su ciascun esemplare catturato, sono stati rilevati: lunghezza totale, lunghezza standard, peso totale, peso eviscerato, sesso, maturità gonadica macroscopica secondo la scala di Holden Raitt (1974) a 5 stadi, peso gonadi ed età mediante lettura degli otoliti. Infine, per maschi e femmine separatamente, sono stati stimati i parametri di crescita mediante adattamento della funzione di Von Bertalanffy ai dati di età-lunghezza osservati.

## Risultati

La lunghezza totale dei maschi è risultata compresa tra 110 e 180 mm, mentre le femmine presentavano un range più ampio e compreso tra 80 e 230 mm. Attraverso l'analisi delle distribuzioni delle frequenze di lunghezza, eseguita mediante il metodo di Bhattacharya, implementato in FISAT-ICLARM (Gayanilo *et al.*, 1995), si è rilevata una sola moda nei maschi e tre nelle femmine (Fig. 1).

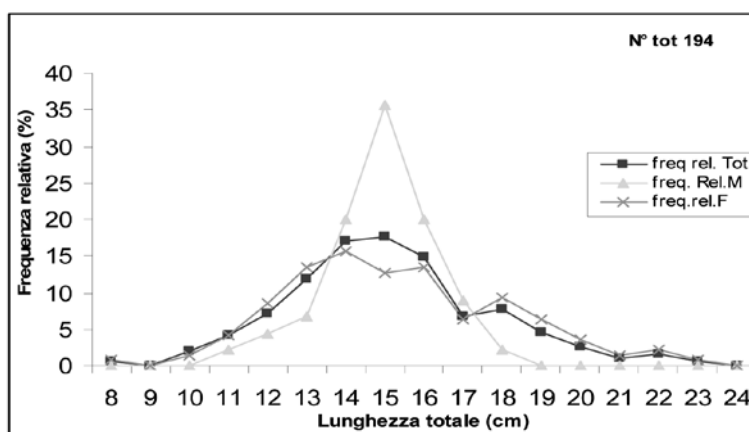


Fig. 1 - Distribuzione delle frequenze di lunghezza di *S. porcus* a sessi combinati.  
*S. porcus frequency distribution Length in both.*

Il periodo riproduttivo è risultato compreso tra la tarda primavera e l'inizio di autunno con un evidente picco dell'IGS in estate. Questi risultati e quelli relativi alla sex-ratio totale  $F/(F+M)$ , risultata pari a 0.73, sono molto simili a quelli descritti da Bradai e Bouain (1990) nel Golfo di Gabes.

Tab. 1 - Parametri  $a$ ,  $b$  ed  $R^2$  della relazione taglia peso di *S. porcus*.  
*Size/weight relation parameters ( $a$ ,  $b$  and  $R^2$ ) in *S. porcus*.*

| <i>S. porcus</i> | $a$    | $b$    | $R^2$ |
|------------------|--------|--------|-------|
| Femmine          | 0,0164 | 3,0706 | 0,977 |
| Maschi           | 0,0224 | 2,9294 | 0,924 |

Lo scarso numero di esemplari maschi catturati non ha, purtroppo, permesso di confermare il pattern temporale dell'IGS osservato nelle femmine.

Dallo studio della relazione taglia peso si è rilevata una allometria negativa ( $b < 3$ ) nei maschi e una allometria positiva ( $b > 3$ ) nelle femmine (Tab. 1). I cor-

rispondenti coefficienti  $a$ ,  $b$  e  $r^2$  dei maschi sono risultati 0.022, 2.929 e 0.924, molto simili a quelli ottenuti a sessi combinati da Moutopoulos e Stergiou (2002). Riguardo alle femmine, invece, i valori si scostano leggermente da quelli medi riportati dai precedenti autori e sono risultati rispettivamente pari a 0.016, 3.071 e 0.977.

La lettura degli otoliti ha permesso di stimare per le femmine un'età compresa tra 2 e 7 anni, solo 2 maschi, invece, raggiungono l'età di 6 anni.

La funzione di Von Bertalanffy adattata ai dati di età-lunghezza ha, infine, permesso di stimare i parametri di crescita  $L_\infty$ ,  $k/\text{anno}$  e  $t_0$  che per le femmine sono risultati rispettivamente 235 mm, 0.28 e  $-0.03$ , mentre per i maschi 220 mm, 0.27 e  $-0.03$ . (Fig. 2). I parametri di crescita calcolati nel presente studio mostrano qualche differenza da quelli ottenuti nel lavoro di Bradai e Bouain (1988). Queste differenze possono ragionevolmente dipendere da fattori intrinseci alle distribuzioni di taglia dei campioni utilizzati, ma in questo caso è altrettanto e ancor più verosimile correlarle con i differenti approcci di analisi utilizzati. La crescita, infine, è risultata relativamente lenta e sia i maschi che le femmine crescono secondo lo stesso modello.

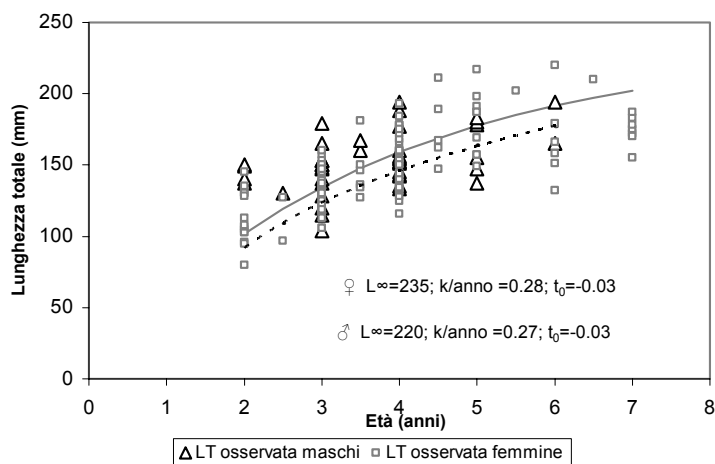


Fig. 2 - Curve di crescita di Von Bertalanffy per maschi e femmine di *S. porcus*.  
Von Bertalanffy relation to males and females of *S. porcus*.

## Conclusioni

Il lavoro fin qui svolto non ha messo in luce sostanziali differenze tra la specie indagata nell'AMP delle Egadi e i risultati provenienti dal Golfo di Gabes e quelli ottenuti nel Tirreno settentrionale, aree senza alcuna evidente restrizione sullo sforzo e sulla capacità di pesca. Ulteriori osservazioni si rendono quindi necessarie per verificare l'effetto della protezione sulla struttura della popolazione di *S. porcus*.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Leonardo Cannizzaro ed il Sig. Antonino Milazzo per la collaborazione alla realizzazione di questo lavoro.

## Bibliografia

- BELTRANO A.M., CANNIZZARO L., VITALE S., MILAZZO A., NORRITO G., PULEO M. (2004) – Aspects of artisanal fishery in the Egadi Islands Marine Protected Area. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 56-59.
- BRADAI M.N., BOUAIN A. (1988) – Croissance linéaire absolue des Rascasses (*Scorpaena porcus* et *S. scrofa*) du golfe de Gabès. *Bull. Inst. Nat. Scient. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbo*, **15**: 13-37.
- BRADAI M.N., BOUAIN A. (1990) – Reproduction de *Scorpaena porcus* (Linne, 1758) et de *Scorpena scrofa* (Linne, 1758) (Pisces, Scorpaenidae) du Golfe de Gabes. *Oebalia*, **17**: 167-180.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (eds) (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. *Végétaux et Invertébrés*. Rome, FAO: 760 pp.
- GAYANILO F.C.Jr, SPARRE P., PAULY D. (1995) - The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). Rome, FAO., **8**: 126 p.
- HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries science. Methods of recourse investigation and their application fao fish. *Tech. Pap.*, revision **2**: 127-135.
- MOUTOPOULOS D.K., STERGIOU K.I. (2002) - Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). Blackwell Verlag, Berlin. *J. Appl. Ichthyol.*, **18**: 200-203.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) – Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 869 pp.
- SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (2002) - Nota sulla biologia di *Scorpena porcus* Linneo, 1758 nel Mar Ligure meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (Suppl. 1): 813-817.
- TORTONESE E. (1975) - *Osteichthyes. Pesci ossei*. Fauna D'Italia. Calderini Ed., Bologna, **9**: 109 pp.

M. PELLIZZATO, A. VENDRAMINI, C. CERASUOLO\*,  
T. GALVAN, R. LAZZARINI, P. PENZO

Agri.Te.Co., Via C. Mezzacapo, 15 - 30175 Marghera (VE), Italia.

\*Consorzio Venezia Nuova, S. Croce, 505 - 30135 Venezia, Italia.

## MONITORAGGIO DELLA RISORSA *CHAMELEA GALLINA* (L.) DAL TAGLIAMENTO AL BRENTA (NORD ADRIATICO - AUTUNNO 2003)

### *MONITORING OF THE CHAMELEA GALLINA (L.) FROM THE TAGLIAMENTO RIVER TO THE BRENTA RIVER (NORTH ADRIATIC - AUTUMN 2003)*

#### **Abstract**

*The evaluation of the Chamelea gallina (L.) population is fundamental to the knowledge of the state of the resource, and necessary for its rational use by the Co.Ge.Vo. (managing consortium of fishermen of bivalve molluscs). The monitoring carried out in Autumn 2003 in the boxes of Venice and Chioggia made it possible to update the series of data available since 1984. The study includes the quantities of commercial and sub-commercial product, the subdivision according to classes of length, for the different depths along 28 transects.*

**Key-words:** Chamelea gallina, North Adriatic sea, dredges.

#### **Introduzione**

Il presente monitoraggio ha avuto come obiettivo la valutazione dei popolamenti a *Chamelea gallina* in termini di estensione dei banchi, distribuzione della biomassa, suddivisione per taglia, abbondanza del reclutamento, ecc. dal Tagliamento al Brenta. Tali informazioni risultano fondamentali per una razionale gestione della risorsa e per un'efficiente programmazione della produzione da parte dei Consorzi di Gestione Vongole (Co.Ge.Vo.). Il monitoraggio, condotto lungo i litorali di Lido e Pellestrina, ha rappresentato, inoltre, uno strumento di valutazione dei popolamenti bentonici prima dei lavori per la realizzazione delle Grandi Opere (M.O.S.E.) che dovranno essere effettuate alle bocche di porto della laguna di Venezia per la difesa dalle acque alte della città.

#### **Materiali e metodi**

Nell'autunno 2003, è stata eseguita una campagna di campionamento lungo la fascia costiera compresa tra il fiume Tagliamento a Nord e il Brenta a Sud (compartimenti marittimi di Venezia e Chioggia, Fig. 1), secondo metodologie di campionamento già impiegate in precedenti ricerche (Pellizzato *et al.*, 1998; Pellizzato e Vendramini, 2002; Prioli *et al.*, 1998). Per le pesche sperimentali sono state utilizzate imbarcazioni appartenenti alle marinerie locali dotate di draga idraulica di tipo commerciale con grigliato di tondini equidistanti di 11 mm, e un sacco campionario interno con maglia da 9 mm di lato, per la stima degli esemplari di taglia sub-commerciale (<25 mm). Le pesche sono state eseguite lungo 28 transetti perpendicolari alla costa, iniziando, ove possibile, dalla batimetria dei 2 m ai 9 m. L'uso di un GPS (Garmin, precisione  $\pm 5$  m) ha permesso la georefe-



renziamento dei prelievi che sono stati ottenuti con errore massimo del 5% della superficie, dragando tratti di 180-230 m di lunghezza.

I campioni raccolti sono stati sottoposti a cernita, classificazione e conteggio: è stata stimata l'abbondanza della macrofauna bentonica associata e sono stati registrati i parametri biometrici delle vongole pescate (lunghezza e peso).

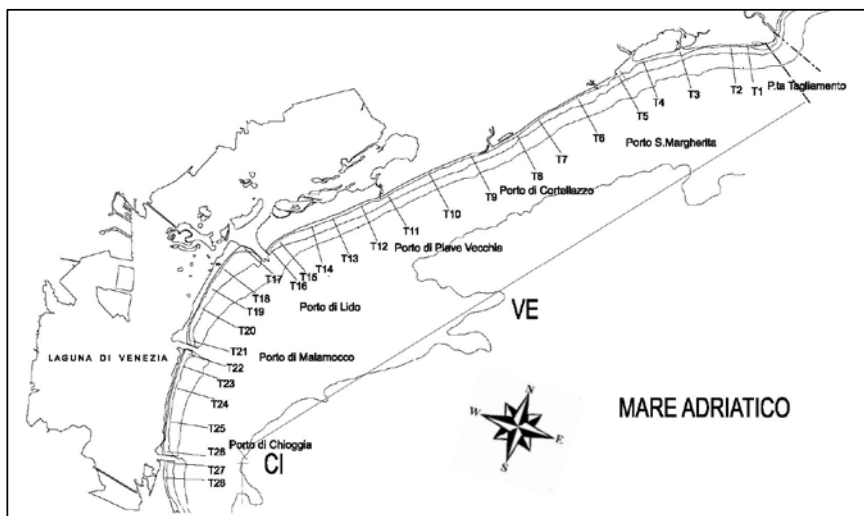


Fig. 1 - Area costiera Nord adriatica. Monitoraggio dei banchi naturali di *C. gallina*. Compartimenti marittimi di Venezia (VE - transesti da 1 a 26) e Chioggia (CI - transesti da 27 a 28).

Chart of the northern Adriatic coast showing the natural beds of *C. gallina*. Venice box (VE - transects 1 to 26) and Chioggia box (CI - transects 27 to 28).

## Risultati

In base all'elaborazione dei dati ottenuti, è stato calcolato in  $13,0 \text{ g/m}^2$  il valore di biomassa medio per l'intero compartimento di Venezia, per un areale di distribuzione della risorsa di circa  $93,3 \text{ km}^2$ , e complessive  $1.212,9 \text{ t}$  di vongole "pronte-pesca". Rispetto ai  $9,8 \text{ g/m}^2$  relativi all'anno 2000 (Pellizzato e Vendramini, 2002), si segnala un l'aumento della biomassa pescabile ( $> 25 \text{ mm}$ ). Le zone che si sono dimostrate più pescose sono localizzate a Nord della bocca di Porto di Malamocco ( $15-75 \text{ g/m}^2$ , transetto 20), di fronte al litorale di Pellestrina ( $12-66 \text{ g/m}^2$ , transetto 25), e a Sud della bocca di Porto di Chioggia ( $20-47 \text{ g/m}^2$ , transetto 27) (Tab. 1).

L'areale distributivo di *C. gallina* si estende nella parte meridionale del compartimento marittimo di Venezia (litorali di Lido e Pellestrina) fino ai  $-7/-8 \text{ m}$ , giungendo in alcune zone oltre i  $-9 \text{ m}$ ; risulta limitato, invece, alle batimetrie dei  $-5/-6 \text{ m}$ , lungo la fascia costiera dal Tagliamento alla bocca di Porto del Lido. Il reclutamento nel corso del 2003 è avvenuto proficuamente in molte aree esaminate (Tab. 2), con densità massime di vongole di età  $0+$  ( $1-12 \text{ mm}$ ) lungo il transetto 16 (da  $692$  a  $2505 \text{ ind./m}^2$ , Tab. 2). L'individuazione di aree ad elevato

insediamento (come ad esempio il transetto 16), e di quelle fortemente depauperate (come ad esempio i transetti 12 e 13), ha suggerito al Co.Ge.Vo. di Venezia di effettuare delle operazioni gestionali di spostamento dei giovanili in zone a densità e batimetrie più idonee allo sviluppo della specie.

Tab. 1 - Compartimenti marittimi di Venezia (transetti T1-T26) e Chioggia (transetti T27-T28). Biomassa (g/m<sup>2</sup>) di *C. gallina* di taglia sub-commerciale (18-25 mm) e commerciale (>25 mm) a diverse batimetrie (da -2 a -9).

*Venice box (transect T1-T26) and Chioggia box (transect T27-T28). Biomass (g/m<sup>2</sup>) of C. gallina of sub-commercial size (18-25 mm) and commercial size (>25 mm) along different depth (from -2 to -9 m).*

|     | -2    |      | -3    |      | -4    |      | -5    |      | -6    |      | -7    |      | -8    |      | -9    |      |
|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|     | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 | 18-25 | > 25 |
| T1  | 0,0   | 0,0  | 0,7   | 1,5  | 4,0   | 6,4  | 0,0   | 0,2  | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T2  | 0,3   | 0,3  | 1,5   | 2,3  | 11,0  | 3,6  | 9,9   | 3,6  | 0,3   | 0,2  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T3  | 2,9   | 2,6  | 12,6  | 6,5  | 94,8  | 12,6 | 1,5   | 0,1  | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T4  | 0,3   | 1,6  | 3,2   | 2,7  | 42,3  | 7,8  | 77,2  | 11,1 | 42,8  | 14,3 | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    |
| T5  | -     | -    | 2,2   | 4,5  | 8,3   | 5,0  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T6  | 5,7   | 2,6  | 13,2  | 1,6  | 48,8  | 14,6 | 2,5   | 2,5  | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T7  | -     | -    | 0,3   | 2,5  | 10,4  | 2,6  | 12,8  | 4,3  | 2,0   | 0,5  | 0,2   | 0,0  | -     | -    | -     | -    |
| T8  | -     | -    | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T9  | 0,2   | 0,3  | 1,4   | 3,6  | 6,5   | 4,3  | 35,0  | 4,5  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T10 | 0,5   | 0,0  | 10,3  | 2,1  | 47,2  | 4,7  | 44,8  | 3,6  | 21,5  | 3,2  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    |
| T11 | 1,7   | 1,7  | 17,0  | 0,9  | 63,7  | 4,0  | 35,2  | 3,3  | 0,2   | 0,2  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    |
| T12 | 0,0   | 0,4  | 45,0  | 2,2  | 3,3   | 4,8  | 0,2   | 0,2  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T13 | 60,3  | 3,2  | 25,0  | 2,1  | 30,7  | 3,7  | 0,7   | 0,2  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T14 | 23,9  | 3,4  | 128,1 | 2,6  | 63,3  | 0,3  | 130,3 | 2,4  | 0,0   | 0,0  | -     | 0,0  | -     | 0,0  | -     | -    |
| T15 | 12,0  | 0,1  | 53,7  | 0,1  | 28,0  | 0,1  | 18,2  | 0,1  | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    | -     | -    |
| T16 | 25,2  | 7,8  | 49,7  | 7,5  | 148,6 | 4,3  | 236,9 | 10,9 | 345,9 | 5,8  | 167,7 | 1,7  | 29,0  | 0,0  | -     | -    |
| T17 | 36,9  | 6,6  | 54,1  | 13,9 | 62,4  | 6,2  | 108,7 | 12,1 | 80,9  | 10,1 | 0,0   | 0,0  | -     | -    | -     | -    |
| T18 | 74,3  | 26,5 | 111,7 | 14,0 | 35,6  | 5,9  | 111,8 | 17,2 | 4,1   | 1,4  | 0,0   | 0,1  | -     | -    | -     | -    |
| T19 | 108,1 | 41,1 | 131,2 | 28,1 | 130,1 | 13,0 | 24,3  | 16,2 | 23,4  | 13,8 | 0,2   | 0,5  | -     | -    | -     | -    |
| T20 | 14,5  | 15,2 | 119,5 | 75,1 | 108,1 | 37,1 | 173,5 | 33,5 | 9,6   | 7,2  | 0,0   | 0,2  | -     | -    | -     | -    |
| T21 | 43,7  | 32,9 | 56,4  | 15,8 | 138,0 | 31,0 | 68,3  | 38,3 | 177,1 | 69,5 | 159,2 | 47,0 | 33,7  | 11,5 | -     | -    |
| T22 | -     | -    | -     | -    | 51,3  | 21,4 | 48,7  | 22,8 | 64,8  | 31,8 | 22,6  | 22,2 | 7,0   | 31,2 | -     | -    |
| T23 | -     | -    | -     | -    | 51,5  | 20,3 | 91,0  | 27,1 | 163,7 | 20,2 | 178,4 | 22,0 | 134,7 | 18,5 | 32,6  | 5,4  |
| T24 | -     | -    | -     | -    | 107,6 | 25,6 | 73,5  | 16,1 | 114,0 | 39,5 | 48,9  | 15,3 | 38,3  | 12,5 | 62,4  | 43,2 |
| T25 | -     | -    | -     | -    | 120,0 | 20,0 | 175,1 | 32,0 | 165,1 | 23,3 | 335,0 | 66,4 | 55,9  | 12,6 | 32,0  | 9,0  |
| T26 | 33,2  | 12,2 | 88,7  | 12,2 | 161,9 | 20,3 | 202,2 | 27,9 | 48,5  | 5,5  | 29,7  | 2,7  | 0,7   | 0,2  | -     | -    |
| T27 | -     | -    | 83,4  | 35,9 | 61,1  | 47,0 | 93,4  | 30,8 | 64,4  | 28,1 | 29,7  | 22,7 | 41,9  | 11,6 | -     | -    |
| T28 | 35,3  | 7,4  | 195,7 | 16,7 | 198,1 | 15,1 | 171,2 | 12,9 | 60,2  | 8,6  | 86,1  | 17,6 | 37,5  | 8,6  | -     | -    |

L'analisi della macrofauna bentonica ha evidenziato la presenza di numerose altre specie di molluschi eduli (*Acanthocardia* spp., *Paphia aurea*, *Donax semistriatus*, *Bolinus brandaris*, *Phyllonotus trunculus*), ma le densità riscontrate (prossime a 1 ind./m<sup>2</sup>), le taglie ridotte, e la distribuzione non uniforme, sono tali da rappresentare soltanto delle catture accessorie alla pesca di *C. gallina*.

Tab. 2 - Compartimenti marittimi di Venezia (transetti 1-26) e Chioggia (transetti 27-28). Densità (ind./m<sup>2</sup>) di *C. gallina* di taglia sub-commerciale (1-12 e 13-24 mm) alle diverse batimetrie di campionamento (da -2 a -9).

*Venice box (transect 1-26) and Chioggia box (transect 27-28). Density (ind./m<sup>2</sup>) of *C. gallina* of sub-commercial size (1-12 and 13-24 mm) along different depth (from -2 to -9 m).*

|     | -2   |       | -3   |       | -4   |       | -5   |       | -6   |       | -7   |       | -8   |       | -9   |       |
|-----|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|     | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 | 1-12 | 13-24 |
| T1  | 0    | 0     | 1    | 2     | 6    | 3     | 31   | <1    |      | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T2  | <1   | <1    | 11   | 2     | 350  | 9     | 3    | 19    | 14   | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T3  | <1   | 2     | 19   | 14    | 25   | 66    | 16   | 11    |      | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T4  | <1   | <1    | 18   | 8     | 49   | 34    | 4    | 76    | 2    | 116   | <1   | 15    | -    | -     | -    | -     |
| T5  | -    | -     | 1    | <1    | 29   | 3     | <1   | 1     |      | -     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T6  | 1    | 2     | 13   | 6     | 16   | 6     | 1    | 1     |      | -     | -    |       | -    | -     | -    | -     |
| T7  | -    | -     | 16   | <1    | 23   | 6     | 129  | 11    | 20   | 5     | 14   | 0     | -    | -     | -    | -     |
| T8  | -    | -     | <1   | <1    | 47   | 1     | 98   | 0     | 137  | <1    | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T9  | <1   | <1    | <1   | 2     | 3    | 6     | 5    | 29    | 0    | 0     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T10 | <1   | 1     | 69   | 9     | 12   | 28    | 6    | 48    | 30   | 16    | 284  | 1     | -    | -     | -    | -     |
| T11 | 10   | 1     | 24   | 12    | 6    | 132   | 6    | 156   | 288  | 5     | 48   | 0     | -    | -     | -    | -     |
| T12 | 0    | 1     | 9    | 69    | 4    | 71    | 239  | 5     | 369  | 0     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T13 | 12   | 37    | 1    | 114   | 4    | 107   | 63   | 5     | 5    | 1     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T14 | 4    | 34    | 5    | 69    | 7    | 85    | 21   | 69    | 34   | 1     | 499  | 0     | -    | -     | -    | -     |
| T15 | 21   | 10    | 16   | 37    | 53   | 61    | 12   | 138   | 638  | 9     | -    | -     | -    | -     | -    | -     |
| T16 | 20   | 10    | 107  | 18    | 402  | 64    | 692  | 128   | 907  | 57    | 2303 | 153   | 2505 | 28    | -    | -     |
| T17 | 3    | 33    | 2    | 41    | 6    | 96    | 8    | 60    | 23   | 92    | 10   | 12    | -    | -     | -    | -     |
| T18 | 1    | 18    | 1    | 25    | 1    | 30    | 53   | 39    | 249  | 16    | 1005 | 4     | -    | -     | -    | -     |
| T19 | 11   | 31    | 0    | 12    | 1    | 23    | 59   | 13    | 98   | 12    | 186  | 2     | -    | -     | -    | -     |
| T20 | 4    | 8     | 2    | 22    | 1    | 18    | 2    | 38    | 25   | 12    | 1    | 1     | -    | -     | -    | -     |
| T21 | 1    | 28    | 7    | 35    | 11   | 63    | 8    | 50    | 38   | 97    | 43   | 59    | 4    | 12    | -    | -     |
| T22 | -    | -     | -    | -     | 2    | 31    | 4    | 64    | 2    | 57    | 1    | 5     | 15   | 40    | -    | -     |
| T23 | -    | -     | -    | -     | 3    | 29    | 6    | 28    | 3    | 81    | 3    | 129   | 19   | 152   | 26   | 40    |
| T24 | -    | -     | -    | -     | 2    | 43    | 1    | 56    | 2    | 117   | 5    | 126   | 7    | 143   | 3    | 69    |
| T25 | -    | -     | -    | -     | 4    | 28    | 0    | 48    | 2    | 131   | 9    | 228   | 11   | 78    | 2    | 34    |
| T26 | 1    | 17    | 4    | 37    | 3    | 63    | 7    | 45    | 26   | 35    | 5    | 29    | 8    | 5     | -    | -     |
| T27 | -    | -     | <1   | 23    | <1   | 19    | <1   | 31    | 1    | 22    | <1   | 7     | 1    | 13    | -    | -     |
| T28 | 2    | 14    | 10   | 62    | 3    | 56    | 7    | 57    | 8    | 47    | 74   | 92    | 25   | 50    | -    | -     |

## Conclusioni

Il monitoraggio ha permesso di valutare l'abbondanza della vongola adriatica di taglia commerciale nel compartimento marittimo di Venezia nell'anno 2003: nel 62,4% delle stazioni (88 su 141), la biomassa commerciale è risultata superiore ai 5 g/m<sup>2</sup> (valore limite per la sostenibilità economica dell'attività di pesca). Inoltre, è stata osservata l'elevata presenza di giovanili (classi d'età 0+ e 1+), in grado di sostenere la produzione anche negli anni futuri. I risultati della ricerca, comunicati tempestivamente al Co.Ge.Vo. di Venezia hanno portato ad importanti azioni gestionali (semine e spostamento banchi), utili per un migliore uso della risorsa nei suoi aspetti biologici, produttivi, economici e sociali.

## Bibliografia

FROGLIA C. (2002) - Il contributo della ricerca scientifica alla gestione della pesca dei molluschi bivalvi con draghe idrauliche. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (4): 71-82.

- PELLIZZATO M., CORNELLO M., FOLIN D., GRIM F., LIBRALATO M., NESTO N., ROCCO R., TRIGG R.E., VENDRAMINI A. (1998) - Sperimentazione della gestione dei banchi naturali di molluschi bivalvi della specie *Chamelea gallina* (L.) nei compartimenti marittimi di Venezia e Monfalcone (Nord Adriatico) (periodo novembre 1997 - aprile 1998). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 385-394.
- PELLIZZATO M., VENDRAMINI A. (2002) - Experimental management of *Chamelea gallina* (L.) in Venice and Monfalcone Boxes (1997-2000). *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 121-128.
- PRIOLI G., FIORI F., MIETTO N. (1998) - Sperimentazione della gestione dei molluschi bivalvi nel compartimento di Chioggia. Novembre 1997-Aprile 1998. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 418-427.

La ricerca è stata finanziata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Magistrato alle Acque di Venezia tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova nell'ambito dello studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle Bocche di Porto - controllo delle comunità biologiche marine e lagunari" e dai Co.Ge.Vo. di Venezia e Chioggia.

A. PICOLLO, S. BAVA, G. ALBERTELLI, S. COPPO<sup>1</sup>, R.M. BERTOLOTTI<sup>2</sup>, D. VERARDI<sup>3</sup>

Dip. per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova,  
C.so Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

picollo@dipteris.unige.it

<sup>1</sup>Regione Liguria, Genova, Italia.

<sup>2</sup>ARPAL, Genova, Italia.

<sup>3</sup>R.S.T.A. Srl, Genova, Italia.

## ELABORAZIONE DI UN INDICE DI SINTESI DEI SEDIMENTI MARINI COSTIERI

### *DEVELOPMENT OF A SYNTHETIC INDEX FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY OF COASTAL MARINE SEDIMENTS*

#### **Abstract**

*In the present study we developed a synthetic index for the assessment of environmental quality of coastal marine sediments using "Dashboard" software. In the stepwise sequence of operations output variables (metals, PAHs, PCB, pesticides, ecotoxicological and biological) are primarily converted into three sub-indices (chemical, biological and ecotoxicological indices) and then into a global index of sediment quality (IQSM - Quality Index of Marine Sediments).*

**Key-words:** heavy metals, benthos, sediment pollution, environmental assessment, indicators.

#### **Introduzione**

Il presente studio ha portato all'elaborazione di un indice di sintesi sulla qualità dei sedimenti marini costieri (IQSM – Indice Qualità Sedimenti Marini), attraverso l'impiego di un software specifico (Jesinghaus, 1997). Oltre a fornire una descrizione dell'approccio metodologico ispirato alla Triade di Chapman (Chapman, 1992), viene analizzata l'applicazione dell'indice ad un'area costiera del Mar Ligure antistante il Comune di Cogoleto (Provincia di Genova).

#### **Materiali e metodi**

Sono state indagate 15 stazioni situate entro la batimetrica dei 60 metri. Il prelievo del sedimento è stato effettuato mediante le seguenti strumentazioni: Box corer (per i campioni destinati alle analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche); Benna Van Veen (per i campioni destinati all'analisi del macrozoobentos). Il sedimento prelevato è stato frazionato per le diverse analisi: i campioni relativi alle analisi fisiche sono stati posti in contenitori di polietilene e conservati a temperatura ambiente, quelli relativi alle analisi chimiche sono stati posti in contenitori di vetro e congelati a -18 °C fino al momento delle analisi e i campioni destinati alle analisi ecotossicologiche sono stati posti in contenitori di vetro e conservati a 4 °C fino all'inizio dei saggi biologici.

Gli organismi per lo studio delle biocenosi bentoniche (Borja *et al.*, 2000) sono stati immediatamente fissati in formalina all'8% e conservati a temperatura ambiente. A partire dai dati di concentrazione di metalli, IPA, PCB e sostanze organo-clorurate, dai valori ecotossicologici (Test con *Vibrio fischeri*, *Corophium*

*orientale* e *Paracentrotus lividus*) e biologici (Diversità specifica, Coefficiente Biotico) (Borja *et al.*, 2000) vengono calcolati tre subindici (Chimico, Biologico ed Ecotossicologico) che concorrono alla formulazione dell'IQSM.

Riportiamo di seguito il metodo di calcolo applicato al subindice Chimico che è comune agli altri subindici e all'indice di sintesi (IQSM – Indice Qualità Sedimenti Marini):

- *Pesatura*: attualmente tutte le sostanze usate nel calcolo del subindice Chimico sono pesate con lo stesso valore. Ovviamente non tutte le sostanze hanno la stessa importanza; è attualmente in corso uno studio per determinare gli standard di qualità ambientale e la relativa importanza dei singoli parametri.
- *Valutazione*: il subindice Chimico e i singoli indicatori sono rappresentati attraverso una scala di colori che va dal rosso scuro (“situazione critica”), passa per il giallo (“situazione intermedia da monitorare con attenzione”), fino al verde scuro (“situazione ottimale”). Il software utilizza un sistema di punteggio che va da 0 (rosso scuro, situazione peggiore) a 1000 punti (verde scuro, situazione migliore). Tutti i valori intermedi sono calcolati per interpolazione lineare tra questi estremi.
- *Aggregazione*: il valore del cerchio centrale “Chimico” viene calcolato moltiplicando il punteggio ottenuto da ogni singolo contaminante per il coefficiente di pesatura e sommando i valori così ottenuti. Il colore è il risultato della posizione della stazione considerata rispetto a tutte quelle contenute nel database.

Tab. 1 - Risultati campioni (Metalli mg/kg, IPA mg/kg, PCB µg/Kg, Pesticidi µg/Kg, gli altri parametri sono adimensionali).

*Samples results (Metals mg/kg, PAH mg/kg, PCB µg/Kg, Pesticides µg/Kg, other parameters are dimensionless).*

| Stazioni | As  | Cd   | Cr tot. | Hg   | Pb  | Cu  | Zn  | IPA totali | DD'S Totali | PCB Totali | C. Biotico | H'  | V. fisch. | P. liv. | C. orient. |
|----------|-----|------|---------|------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|------------|-----|-----------|---------|------------|
| CG1S     | 22  | 0,23 | 990     | 0,03 | 37  | 17  | 80  | 0,045      | 0,0         | 0,00       | 1,30       | 3,2 | 0         | 2       | 0          |
| CG2S     | 9   | 0,02 | 2030    | 0,02 | 32  | 9,7 | 70  | 0,045      | 0,0         | 0,00       | 0,72       | 1,6 | 0         | 0       | 0          |
| CG3S     | 32  | 1,13 | 2370    | 0,03 | 80  | 43  | 200 | 2,660      | 0,0         | 26,13      | 0,76       | 3,7 | 0         | 3       | 0          |
| CG4S     | 130 | 0,20 | 1130    | 0,07 | 96  | 60  | 200 | 6,849      | 0,0         | 17,30      | 0,52       | 4,8 | 1         | 3       | 0          |
| CG5S     | 18  | 0,08 | 1720    | 0,05 | 73  | 21  | 140 | 0,345      | 0,0         | 0,00       | 0,45       | 4,8 | 0         | 1       | 0          |
| CG6S     | 97  | 1,35 | 2610    | 0,04 | 110 | 51  | 260 | 4,442      | 3,0         | 26,92      | 0,80       | 4,5 | 0         | 2       | 0          |
| CG7S     | 196 | 0,82 | 2130    | 0,05 | 120 | 56  | 250 | 4,237      | 11,5        | 42,37      | 0,54       | 4,9 | 0         | 0       | 1          |
| CG8S     | 60  | 0,28 | 2960    | 0,02 | 69  | 32  | 190 | 1,933      | 0,0         | 15,95      | 1,00       | 4,2 | 0         | 0       | 0          |
| CG9S     | 42  | 0,11 | 3140    | 0,04 | 83  | 40  | 210 | 3,347      | 3,0         | 48,09      | 0,84       | 4,7 | 0         | 3       | 0          |
| CG10S    | 61  | 0,28 | 1460    | 0,05 | 97  | 51  | 200 | 1,748      | 2,6         | 32,85      | 1,04       | 4,7 | 0         | 1       | 0          |
| CG11S    | 130 | 0,87 | 1850    | 0,03 | 53  | 21  | 140 | 0,015      | 0,0         | 0,00       | 0,83       | 3,5 | 0         | 3       | 0          |
| CG12S    | 61  | 0,14 | 3120    | 0,04 | 93  | 40  | 220 | 3,475      | 2,3         | 40,32      | 0,88       | 4,9 | 1         | 0       | 0          |
| CG13S    | 38  | 0,12 | 1020    | 0,04 | 87  | 54  | 230 | 1,330      | 3,1         | 23,63      | 1,31       | 3,5 | 1         | 0       | 0          |
| CG14S    | 150 | 0,12 | 3710    | 0,03 | 80  | 31  | 230 | 1,798      | 3,7         | 19,63      | 0,54       | 3,9 | 0         | 0       | 0          |
| CG15S    | 58  | 0,09 | 2660    | 0,04 | 50  | 30  | 170 | 0,469      | 2,6         | 32,11      | 1,18       | 5,1 | 0         | 0       | 0          |

## Risultati

L'intera area studiata è risultata essere caratterizzata da una diffusa e abbastanza elevata concentrazione di metalli in cui si evidenziano Arsenico, Cromo e Zinco, con valori decisamente elevati (Tab. 1). Analoghe considerazioni possono essere fatte anche per gli altri contaminanti indagati (IPA, PCB e sostanze organoclorurate), le cui concentrazioni risultano spesso superiori ai valori di riferimento individuati in normative di altri paesi (Bona *et al.*, 1997).

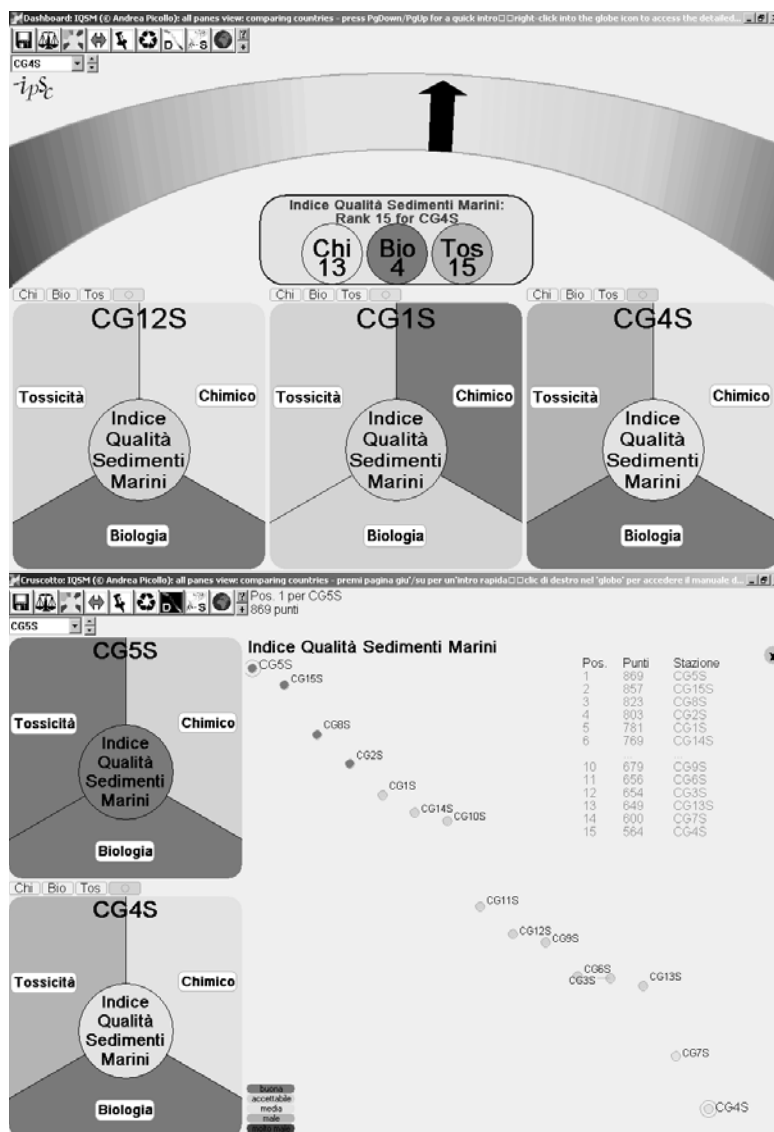


Fig. 1 - Risultati ottenuti con il software Dashboard nell'area indagata.  
Dashboard software results in the investigated area.

## Conclusioni

L'applicazione dell'indice di sintesi permette di fornire una visione completa ed integrata degli aspetti chimici (da tenere presente che molti apporti di metalli derivano, almeno in parte, dalla composizione geochimica del bacino idrografico dell'area indagata) ecotossicologici e biologici (Fig. 1). La situazione, se si escludono alcune stazioni, non risulta particolarmente impattata e attraverso l'IQSM è stato possibile mettere in evidenza alcune interessanti correlazioni tra i parametri indagati come ad esempio quella positiva tra Subindice Ecotossicologico e IPA, e quelle negative tra i singoli metalli ed il Subindice Biologico.

## Bibliografia

- CHAPMAN P.M. (1992) - Sediment Quality Triad Approach. In: *Sediment Classification Methods Compendium. Chapter 10* United States Environmental Protection Agency. Report no. EPA 823-R-92-006. Washington. DC.
- BORJA A., FRANCO J., PÉREZ V. (2000) - A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, **40** (12): 1100-1114.
- BONA F., MAFFIOTTI A., VOLTERRA L. (1997) - *Analisi e recupero dei sedimenti marini*. Pitagora Ed., Bologna: 139 pp.
- JESINGAHUS J. (1997) - Dashboard Software - <http://esl.jrc.it/dc> - versione 19.4.



A. PROFETA, P. ROMANO, M.C. GULLOTTA, M. MICALIZZI, A. POTOSCHI JR,  
N. SPANÒ, A. MANGANARO, S. GRECO\*

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università degli Studi di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

aprofeta@unime.it  
\*ICRAM, Roma, Italia.

## PROGETTO AFRODITE: STUDIO DEL POPOLAMENTO ITTICO DELL'AREA MARINA PROTETTA "ISOLE CICLOPI" (SICILIA ORIENTALE)

### *AFRODITE PROJECT: STUDY OF THE FISH ASSEMBLAGE IN THE MARINE PROTECTED AREA "ISOLE CICLOPI" (EASTERN SICILY)*

#### **Abstract**

*The purpose of this study is to collect preliminary data on the fish fauna's composition of the Ciclopi Islands (eastern Sicily), a Marine Protected Area established in 1989. Data were seasonally collected (from spring 2002 to autumn 2003) using three different visual census sampling methods (stationary points, scuba diving paths and transects) according to the Afrodite's protocol. The applied methods allowed to census 62 taxa and to detect differences on the distribution of the fish assemblage influenced by depth and seafloor type. Furthermore, the increased number of recorded *Sparisoma cretense* (L., 1758) (Osteichthyes, Scaridae) since the first sampling period is noticeable.*

**Key-words:** Marine Parks, diving surveys, fish, Ciclopi Island.

#### **Introduzione**

Le aree marine protette giocano un ruolo senza dubbio importante nell'arrestare e, possibilmente, invertire il declino globale e locale dei popolamenti ittici, in termini di ricchezza specifica e di abbondanza. In questo lavoro, la fauna ittica viene considerata una delle componenti più importanti attraverso cui evidenziare gli effetti della protezione delle zone di riserva integrale, sia in relazione all'aumento del numero di specie e di individui, sia con il recupero di habitat costieri sottoposti a sovra-sfruttamento di specie ittiche.

#### **Materiali e metodi**

L'estensione della riserva "Isole Ciclopi" interessa l'area marina costiera prospiciente i territori del Comune di Aci Castello, nella fascia compresa tra Capo Molini e Punta Aguzza (Sicilia orientale). I dati relativi ai popolamenti ittici sono stati raccolti con cadenza semestrale, dalla primavera 2002 all'inverno 2003, utilizzando tre diverse tecniche di Visual Census (VC) in immersione: "percorsi" subacquei di 15 minuti per un'analisi di ricchezza specifica e classi di taglia; "punti fissi" di 5 metri di raggio, per raccogliere dati quantitativi relativi ad abbondanze ed a composizioni in classi di taglia per gli habitat considerati (Tunesi e Vacchi, 1993); "transetti" di 25 metri di lunghezza per 5 di larghezza, per raccogliere dati qualitativi relativi ad abbondanze ed a composizione in classi di taglia finalizzate alla valutazione dell'efficacia della protezione in zona A solo su fondi rocciosi

(Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). I siti di campionamento sono stati scelti all'interno della zona A, mentre i due siti di controllo si trovano a Nord ed a Sud della zona di riserva integrale. I censimenti condotti mediante punti fissi e percorsi sono stati allocati in maniera *random*, e stratificati in base a:

- Profondità – suddivisa in 4 fasce batimetriche (0-3; 4-7; 12-16; 24-30 m);
- Natura del fondale – considerando 3 tipologie principali (Fondi mobili, *Posidonia* - fanerogame, Fondi duri).

Tab. 1 - Lista dei taxa identificati durante il campionamento nell'area marina protetta "Isole Ciclopi". In grassetto sono evidenziate le specie più abbondanti.

*List of taxa identified during the surveys at the marine protected area "Isole Ciclopi". The most abundant species are in bold.*

| Lista specie |                                                  |    |                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|
| 1            | <i>Anthias anthias</i> (Linneo, 1758)            | 32 | <i>Sciaena umbra</i> (Linneo, 1758)              |
| 2            | <i>Apogon imberbis</i> (Linneo, 1758)            | 33 | <i>Scorpaena maderensis</i> (Valenciennes, 1833) |
| 3            | <i>Atherina</i> spp.                             | 34 | <i>Scorpaena notata</i> (Rafinesque, 1810)       |
| 4            | <b><i>Boops boops</i></b> (Linneo, 1758)         | 35 | <i>Scorpaena porcus</i> (Linneo, 1758)           |
| 5            | <i>Bothus podas</i> (Delaroche, 1809)            | 36 | <i>Scorpaena scrofa</i> (Linneo, 1758)           |
| 6            | <b><i>Chromis chromis</i></b> (Linneo, 1758)     | 37 | <i>Serranus cabrilla</i> (Linneo, 1758)          |
| 7            | <b><i>Coris julis</i></b> (Linneo, 1758)         | 38 | <i>Serranus hepatus</i> (Linneo, 1758)           |
| 8            | <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linneo, 1758)       | 39 | <i>Serranus scriba</i> (Linneo, 1758)            |
| 9            | <i>Diplodus annularis</i> (Linneo, 1758)         | 40 | <i>Sparisoma cretense</i> (Linneo, 1758)         |
| 10           | <i>Diplodus vulgaris</i> (G. St. Hilaire, 1817)  | 41 | <i>Sparus aurata</i> (Linneo, 1758)              |
| 11           | <i>Diplodus sargus</i> (Linneo, 1758)            | 42 | <i>Sphyaena sphyaena</i> (Linneo, 1758)          |
| 12           | <i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)       | 43 | <i>Spicara flexuosa</i> (Rafinesque, 1810)       |
| 13           | <i>Gobius buccichi</i> (Steindachener, 1870)     | 44 | <i>Spicara maena</i> (Linneo, 1758)              |
| 14           | <i>Gobius cobitis</i> (Pallas, 1811)             | 45 | <i>Spicara smaris</i> (Linneo, 1758)             |
| 15           | <i>Gobius cruentatus</i> (Gmelin, 1789)          | 46 | <i>Spondylisoma cantharus</i> (Linneo, 1758)     |
| 16           | <i>Gobius geniporus</i> (Valenciennes, 1837)     | 47 | <i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)     |
| 17           | <i>Gobius paganellus</i> (Linneo, 1758)          | 48 | <i>Symphodus doderleini</i> (Jordan, 1891)       |
| 18           | <i>Labrus bimaculatus</i> (Linneo, 1758)         | 49 | <i>Symphodus mediterraneus</i> (Linneo, 1758)    |
| 19           | <i>Labrus merula</i> (Linneo, 1758)              | 50 | <i>Symphodus melanocercus</i> (Risso, 1810)      |
| 20           | <i>Labrus viridis</i> (Linneo, 1758)             | 51 | <i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskal, 1775)      |
| 21           | <i>Lipophrys trigloides</i> (Valenciennes, 1836) | 52 | <i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)          |
| 22           | <i>Lithognathus mormyrus</i> (Linneo, 1758)      | 53 | <i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1797)         |
| 23           | <i>Mullus surmuletus</i> (Linneo, 1758)          | 54 | <i>Symphodus tinca</i> (Linneo, 1758)            |
| 24           | <i>Muraena helena</i> (Linneo, 1758)             | 55 | <i>Syngnathus typhle</i> (Linneo, 1758)          |
| 25           | <i>Oblada melanura</i> (Linneo, 1758)            | 56 | <i>Synodus saurus</i> (Linneo, 1758)             |
| 26           | <i>Pagellus erythrinus</i> (Linneo, 1758)        | 57 | <b><i>Thalassoma pavo</i></b> (Linneo, 1758)     |
| 27           | <i>Pagrus pagrus</i> (Linneo, 1758)              | 58 | <i>Trachinus draco</i> (Linneo, 1758)            |
| 28           | <i>Parablennius gattorugine</i> (Brunn., 1768)   | 59 | <i>Tripterygion delaisi</i>                      |
| 29           | <i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)          | 60 | <i>Tripterygion melanurus</i> (Guichenot, 1845)  |
| 30           | <i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)                 | 61 | <i>Tripterygion tripteronotus</i> (Risso, 1810)  |
| 31           | <i>Sarpa salpa</i> (Linneo, 1758)                | 62 | Mugilidae                                        |

I transetti, invece, sono stati condotti in 3 intervalli di profondità (4-7; 12-16; 24-30 m), solo su fondo duro. Sono stati effettuati un totale di 264 rilevamenti: 140 punti fissi, 28 percorsi e 96 transetti. La taglia dei pesci è stata stimata considerando 3 classi (piccola, media, grande) in accordo con la massima taglia riscontrata per la rispettiva specie (Fischer *et al.*, 1987). Il numero dei pesci è stato stimato in classi numeriche di abbondanza (1; 2-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; >101) (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). Per tutti i dati raccolti sono stati calcolati il numero di specie e l'abbondanza, inoltre è stata effettuata un'analisi di tipo multivariato, secondo Clarke e Warwick (1994).

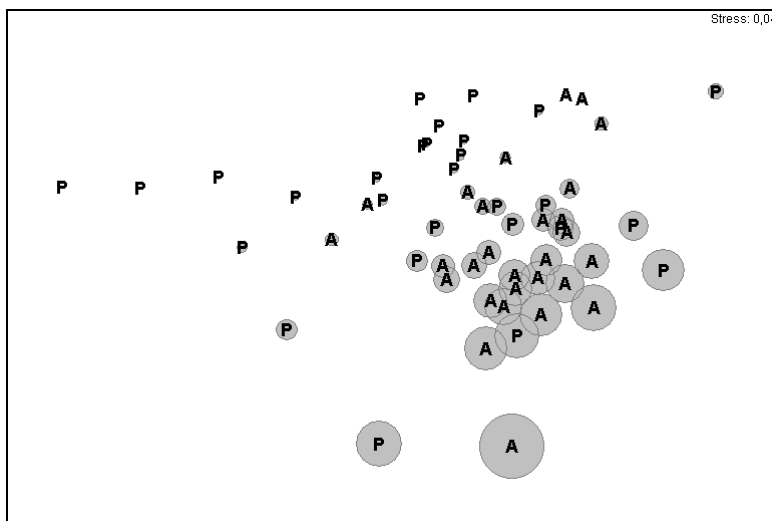


Fig. 1 - Diagramma Mds basato sui valori di similarità di Bray-Curtis (dati trasformati con radice quadrata), relativo alla distribuzione per stagioni della classe di taglia piccola (P=primavera; A=autunno).

*Mds diagram based on the values of similarities of Bray-Curtis (transformed with square root), relative to the seasonal distribution of small size class (P=spring; A=autumn).*

## Risultati

Sono stati censiti 62 taxa (Tab. 1). La maggiore diversità è stata rilevata su fondi rocciosi (54 taxa), rispetto a fondi mobili (34) e *Posidonia oceanica* (33). Il periodo durante il quale sono state censite più specie è l'autunno (55), rispetto alle 52 censite in primavera. Le specie più abbondanti durante l'intero periodo di campionamento sono state *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo* e *Boops boops*. E' da segnalare, inoltre, la presenza di specie di notevole interesse commerciale quali *Epinephelus marginatus*, *Sparus aurata*, *Pagrus pagrus* e *Pagellus erythrinus*. Gli individui di taglia media caratterizzano il popolamento ittico (55%). In particolare, dalle analisi preliminari dei dati, è risultato che la composizione in taglie di tutte le specie osservate, varia con le stagioni. Infatti, sulla base dell'analisi MDS condotta sugli indici di similarità di Bray-Curtis, si osserva un trend che vede prevalere gli esemplari di taglia piccola nella stagione autunnale (Fig.

1). Al contrario, gli esemplari di taglia grande non presentano un trend temporale altrettanto netto, sebbene si osservino con maggiore frequenza in primavera (Fig. 2). L'analisi dei dati ha permesso, inoltre, di rilevare che la composizione del popolamento è influenzata, in maniera significativa, dal tipo di fondale e dalla profondità, mentre non sembra farsi sentire l'effetto della protezione. È da evidenziare, infine, il dato relativo alle abbondanze della specie sub-tropicale *Sparisoma cretense* che, a partire dal primo periodo di campionamento (aprile 2002), sono più che raddoppiate.

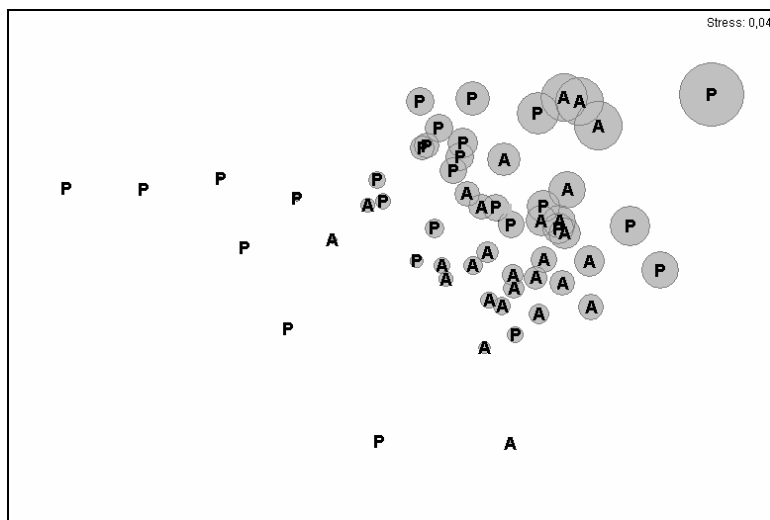


Fig. 2 - Diagramma Mds basato sui valori di similarità di Bray-Curtis (dati trasformati con radice quadrata), relativo alla distribuzione per stagioni della classe di taglia grande (P=primavera; A=autunno).

*Mds diagram based on the values of similarities of Bray-Curtis (transformed with square root), relative to the seasonal distribution of large size class (P=spring; A=autumn).*

## Conclusioni

Il popolamento ittico dell'area marina protetta "Isole Cicli" mostra una rilevante diversità specifica, maggiore su fondi duri e dominato dalla classe di taglia media. L'aumento della percentuale degli individui di taglia piccola nel periodo autunnale è probabilmente correlato con la stagionale concentrazione di giovanili e sub-adulti in acque superficiali (Molinari *et al.*, 2003). Al contrario, gli esemplari grandi sono presenti in quantità maggiore nel periodo primaverile, prima dell'arrivo della stagione turistica. Il disturbo antropico, causato sia da attività di pesca, sia da natanti che violano la zona A, sembra quindi influenzare più spiccatamente gli esemplari di taglia grande. Dal punto di vista metodologico si osserva che i dati raccolti mediante "transetti" (metodo che prevede l'esecuzione di controlli all'esterno della zona A) non hanno evidenziato alcun effetto di protezione nella zona di riserva integrale rispetto all'area contigua non protetta. Tale evidenza è probabilmente da imputare alla vicinanza della zona di riserva con il porto e la città di Aci Castello, oltre che alla sostanziale assenza di vigilanza.

## Bibliografia

- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Plymouth Marine Laboratory*: 1-114.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) – *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. II. Vertébrés*. FAO, Rome, **2**: 761-1530.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÈ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERE G. (1985) – Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- MOLINARI A., TUNESI L. (2003) – Observations on fish assemblages of the coastal area of Bergeggi (western ligurian sea). *Atti Ass. Ital. Ocean. Limn.*, **16**: 155-161.
- TUNESI L., VACCHI M. (1993) – Indagini visuali in immersione nell'area marina protetta di Portofino: applicazione di un metodo per lo studio dei popolamenti ittici. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (Suppl.): 355-360.

F. RENDE, M. CARDILIO, R. COZZA, A.M. INNOCENTI

Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria – 87030 Arcavacata di Rende (CS), Italia.  
sante.rende@unical.it

## MONITORAGGIO DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE NEL SITO SIC DELL' ISOLA DI DINO

### *MONITORING OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE BEDS IN DINO ISLAND SIC SITE*

#### **Abstract**

*Posidonia oceanica (Potamogetonaceae) meadows are widely recognized as key ecosystem in infralitoral habitats. However they seems be suffering a significant decline in most areas often in relation to environmental changes caused by coastal work and tourism development. In this study we evaluate the healthy state of P. oceanica meadows around Dino island S.I.C site (Praja a Mare – Cs, Tyrrenum Sea, Calabria) along a transect from disturbed to preserved area. The comparison of both meadows macrostructure as well as phenological and lepidochronological features, allows us to identify significative difference clearly related to the disturbed environmental condition.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica, density, phenology, production.*

#### **Introduzione**

Le praterie di *Posidonia oceanica* rappresentano un ecosistema di estrema importanza nel mantenere l'equilibrio ecologico dei fondali infralitorali del Mediterraneo (Augier H, 1986). Le stesse praterie rappresentano un eccellente indicatore della qualità dell'ambiente marino costiero e, purtroppo negli ultimi anni, stanno subendo una pericolosa regressione in tutto il bacino del Mediterraneo.

Nel presente studio abbiamo caratterizzato le condizioni delle praterie di *P. oceanica* nei fondali di un sito di interesse comunitario (sito SIC dell'Isola di Dino - CS). Lo stesso sito è sottoposto a pressione antropica per la presenza della località turistica di Praja a Mare e per la presenza di un darsena nei pressi dell'Isola; inoltre la presenza della foce del Fiume Noce provoca un elevato tasso di sedimentazione e periodici aumenti nella torbidità delle acque. Per questo motivo ci è sembrato di particolare importanza monitorare queste praterie al fine di identificare eventuali risposte di stress e/o precoci tendenze di regressione nella zona in esame.

#### **Materiali e metodi**

Al fine di caratterizzare e seguire nel tempo le condizioni delle praterie di *P. oceanica* nel sito SIC dell' Isola di Dino, sono stati scelti 4 siti dei quali 2 soggetti a maggiore disturbo antropico e localizzati rispettivamente nella zona nord dell'isola (D1) e nei pressi della foce del fiume Noce; il secondo sottocosta, nei pressi dell'abitato di Praja a Mare (D2); il terzo sito, considerato come Controllo 1 (C1) è stato individuato a sud dell'isola di Dino. Un ulteriore sito di controllo (C2) è stato considerato nella zona di San Nicola Arcella, in un tratto di costa poco antropizzato (Fig. 1). In ciascun sito, il campionamento è stato condotto all'in-

terno di 3 aree (di circa 25 m<sup>2</sup>) scelte con tecniche di campionamento casuale. In ogni area sono stati prelevati 15 fasci fogliari in immersione autonoma con auto-respiratore ad aria (A.R.A.). Il campionamento è stato ripetuto 3 volte nell'arco di 12 mesi per verificare l'esistenza di eventuali variazioni stagionali delle variabili studiate rilevate a due diversi livelli: della prateria (macrostruttura), della pianta (fenologia e lepidocronologia).

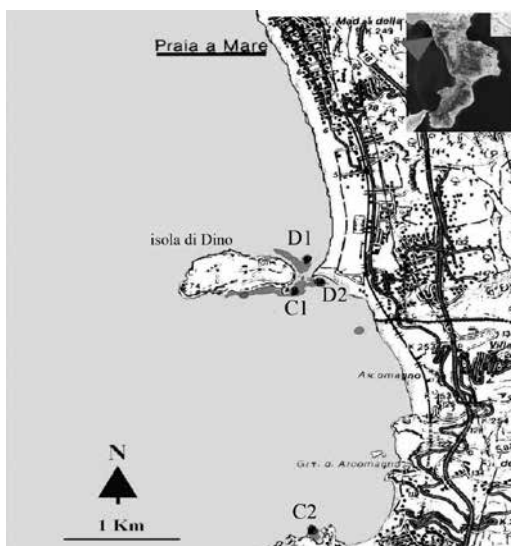


Fig. 1 - Area di studio e localizzazione dei siti di campionamento C=Siti di controllo, D=Siti disturbati.

*Study area and sampling locations. C=Control location; D=Disturbed location.*

I risultati macrostrutturali, fenologici e lepidocronologici vengono riportati come valori medi rispettivamente dei siti considerati disturbati (D1 e D2) e dei siti di controllo (C1 e C2). Alternativamente i siti sono stati considerati singolarmente nella Cluster Analysis col metodo di similarità di Bray Curtis, considerando le variabili fenologiche.

## Risultati

### *Macrostruttura*

Le praterie dei siti disturbati hanno mostrato una percentuale di copertura minore rispetto ai siti di controllo, in tutti e tre i periodi analizzati (Tab. 1). Inoltre i siti disturbati hanno evidenziato sia una densità dei fasci/m<sup>2</sup> che una superficie fogliare dei fasci/cm<sup>2</sup>, significativamente inferiore rispetto a quelli di controllo con valori minimi stagionali in novembre (Tab. 1). In questo periodo le praterie di controllo si classificano come praterie di classe II (prateria densa) e quella dei siti di disturbo come praterie di classe III (prateria rada) Giraud (1977).

L'indice L.A.I (inteso come prodotto della superficie fogliare dei fasci/cm<sup>2</sup> per la densità) ha mostrato valori inferiori nei siti disturbati rispetto ai siti di controllo in tutti i periodi considerati (Tab. 1).

Tab. 1 - Valori delle variabili macrostrutturali delle praterie di *Posidonia oceanica* ( $\pm$  ES; n=6) C=siti di controllo; D=siti disturbati.

*Values of the structural variables of Posidonia oceanica meadows ( $\pm$  SE; n=6). C=Control location; D=Disturbed location.*

|                                 | Novembre 2002  |                | Marzo 2003     |                 | Maggio 2003    |                 |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                 | Disturbo       | Controllo      | Disturbo       | Controllo       | Disturbo       | Controllo       |
| Ricoprimento %                  | 78%            | 93%            | 75%            | 85%             | 78%            | 93%             |
| Densità fasci/m <sup>2</sup>    | 354 $\pm$ 34,6 | 415 $\pm$ 58,1 | 440 $\pm$ 51,4 | 552 $\pm$ 123,9 | 480 $\pm$ 73,0 | 528 $\pm$ 121,0 |
| Sup. fogl./fas. cm <sup>2</sup> | 219            | 322            | 320            | 459             | 250            | 374             |
| L.A.I.                          | 4,9 $\pm$ 0,6  | 8,4 $\pm$ 0,4  | 7,6 $\pm$ 0,9  | 14,3 $\pm$ 0,8  | 6,9 $\pm$ 0,5  | 10,1 $\pm$ 0,3  |

### Fenologia

Per quanto riguarda i parametri fenologici si è registrato una minore lunghezza delle foglie, sia adulte che intermedie, nei siti disturbati (D) rispetto a quelli di controllo (C) e in in tutti i tre periodi considerati (Figg. 2 e 3).

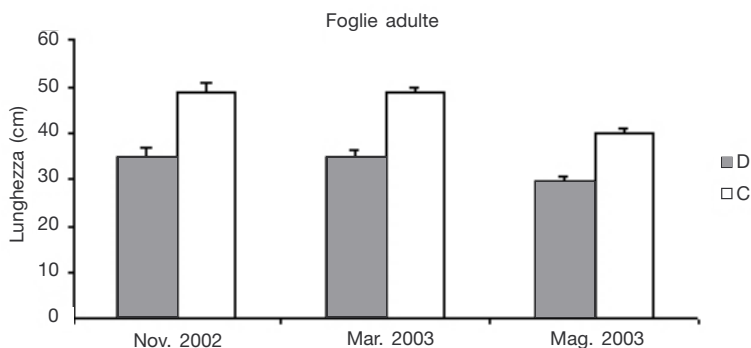


Fig. 2 - Lunghezza media di foglie adulte ( $\pm$  ES; n=405) per fascio di *Posidonia oceanica* in C=Siti di controllo, D=Siti disturbati.

*Mean length of the old leaves of Posidonia oceanica in each sampling location. ( $\pm$  SE; n=405). C=Control location; D=Disturbed location.*

Gli stessi parametri fenologici (lunghezza e larghezza delle foglie adulte e intermedie) sono stati impiegati in una Cluster Analysis attraverso l'indice di similarità di Bray-Curtis. L'analisi ha evidenziato una chiara separazione dei due siti considerati disturbati (D1 e D2) rispetto ai due siti di controllo (C1 e C2), sia in novembre che in marzo (Fig. 4).



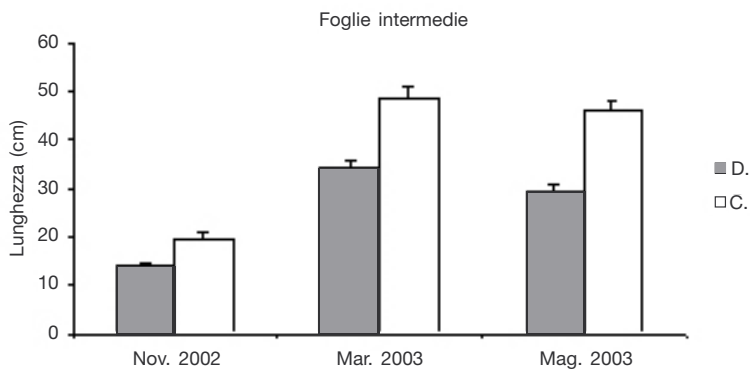


Fig. 3 - Lunghezza media di foglie intermedie ( $\pm$  ES;  $n=405$ ) per fascio di *Posidonia oceanica* in C=Siti di controllo, D=Siti disturbati.

Mean length of the intermediate leaves of *Posidonia oceanica* in each sampling location. ( $\pm$  SE;  $n=405$ ). C=Control location; D=Disturbed location.

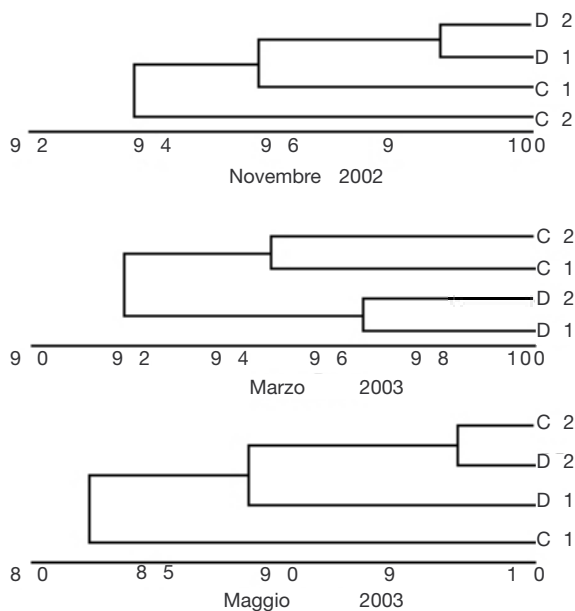


Fig. 4 - Dendrogramma delle similarità dei siti stimato sulle variabili fenologiche C=Siti di controllo; D=Siti di disturbo.

Dendrogram of similarity among sites based on phenological variables C=Control location; D=Disturbed location.

In maggio 2003 è stata rilevata invece una situazione meno chiara con la popolazione del sito di controllo C1 che si stacca dalle altre e con il controllo C2 che clusterizza insieme ai siti disturbati D1 e D2 (Fig. 3).

### *Lepidocronologia*

È stata attuata un'analisi retrospettiva nei siti disturbati e di controllo attraverso uno studio lepidocronologico. L'analisi delle scaglie residue ha permesso di valutare il tasso di crescita dei rizomi negli ultimi dodici anni. I risultati hanno evidenziato che sia il tasso di crescita (Fig. 5) che la produzione primaria annuale dei rizomi nei siti conservati (C) è risultata sempre maggiore rispetto ai siti disturbati (D). I valori più elevati, per quanto riguarda il controllo C sono stati registrati nell'anno 1996, con un tasso di crescita del rizoma dell'ordine di  $10,59 \pm 0,66$  mm/a; per quanto riguarda la produzione primaria media il valore più elevato si è registrato nel 1997 ( $0,27 \pm 0,071$  gr. peso secco/fascio/anno). Nei siti disturbati invece, sia la crescita che la produzione primaria media dei rizomi è risultata costante nel tempo con un minimo nell'anno 1994.

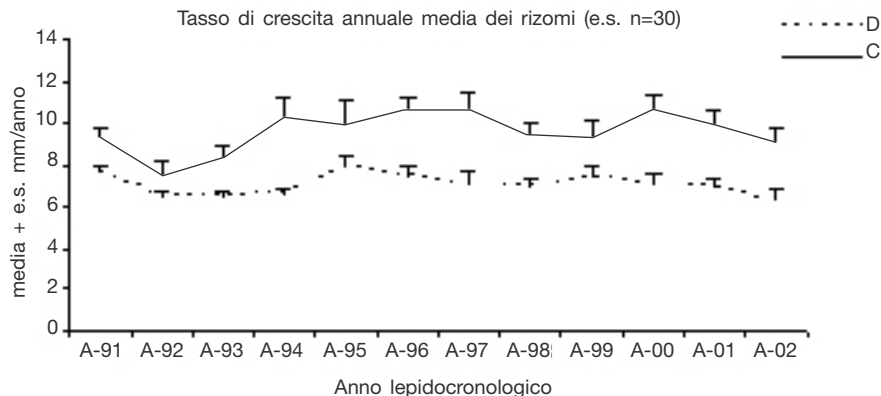


Fig. 5 - Allungamento medio del rizoma mm/anno ( $\pm$  ES;  $n=30$ ) in C=Siti di controllo, D=Siti disturbati.

*Rhizome elongation mean mm/year. ( $\pm$  SE;  $n=30$ ). C=Control location; D=Disturbed location.*

### **Conclusioni**

I risultati ottenuti evidenziano come sia i parametri macrostrutturali (densità e L.A.I.) che fenologici (lunghezza delle foglie adulte e intermedie) siano significativamente diversi tra siti di controllo rispetto ai siti disturbati, con valori più elevati nei siti di controllo. Ciò suggerisce che le variabili analizzate possano essere dei buoni indicatori di situazioni di stress ambientale. Verosimilmente, l'influenza sui caratteri fenologici è determinata, oltre che dal disturbo antropico, anche ad una aumentata torbidità che spesso si registra a livello di questi siti. Ciò può riflettersi negativamente sul processo fotosintetico e quindi sulla crescita delle foglie adulte ed intermedie e poi dell'intera pianta. Questa ipotesi è confermata

dai risultati dello studio lepidocronologico che dimostra come nell'arco di tempo da noi considerato (1991-2002) il tasso di crescita e di produzione primaria annua dei rizomi sia sempre maggiore nei siti di controllo rispetto a quelli disturbati, suggerendo l'idea della presenza di un disturbo (torbidità e/o altro) già presente in passato. I risultati di questo studio rappresentano un'utile base di partenza per il monitoraggio futuro di queste zone nella speranza che almeno nei siti disturbati in prossimità del sito SIC dell'isola di Dino si intervenga per riportare queste praterie alle condizioni ottimali.

### **Bibliografia**

- AUGIER H. (1986) - L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine*, 7 (1985): 85-113.
- GIRAUD G. (1977) - Contribution à la description et à la phenologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse Doct. Spécialité Océanol.* Univ. Aix-Marseille II: 1-150.

Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto MEMOBIOMAR - CLUSTER C10, finanziato dal MURST nell'ambito del Potenziamento delle Reti di Ricerca delle aree depresse del Sud (delibere CIPE 29.12.1995, 08.08.1996, 28.08. 1997).

C. ROMANO<sup>1</sup>, G. MARINO<sup>1</sup>, G. SARÀ<sup>1,2</sup>, A. MAZZOLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

<sup>2</sup>Polo Didatt. Univ. Trapani, Università di Palermo, Lungomare D. Alighieri - 91016 Trapani, Italia.

## STUDIO DEL COMPORTAMENTO ALIMENTARE DI *SPARUS AURATA* SELVATICO E ALLEVATO IN CATTIVITÀ NEI CONFRONTI DI *CERASTODERMA GLAUCUM*

### COMPARISON BETWEEN THE FORAGING BEHAVIOUR OF WILD AND HATCHERY-REARED *SPARUS AURATA* WITH *CERASTODERMA GLAUCUM*

#### Abstract

*The foraging behaviour of Sparus aurata (Sparidae), both wild and hatchery-reared, have been studied in presence of the potential prey Cerastoderma glaucum (Mollusca, Bivalvia). The behaviour of S. aurata was recorded in aquaria in two different laboratory conditions: a) with 15 C. glaucum borrowed into the sand; b) with no prey in sandy bottom. Wild fish showed a greater interest in prey than reared fish and they spent more time staying still at the bottom of the aquaria, digging into the sand and attacking the bivalve.*

**Key-words:** behaviour, predation, *S. aurata*, *C. glaucum*, captivity.

#### Introduzione

Nei pesci possono sussistere deviazioni comportamentali dovute a periodi di vita trascorsi in cattività (Pitcher, 1996). In ambienti artificiali gli animali sono privati di molti degli stimoli a cui sono soggetti allo stato selvatico; ciò può alterare il comportamento di predazione, la loro sopravvivenza o il successo riproduttivo qualora vengano rilasciati nel loro habitat naturale. Attività di ripopolamento in mare si sono talvolta rivelate inefficaci a causa dell'utilizzo di individui nati in cattività e sottoposti a lunghi periodi di dieta artificiale (De Silva, 1973; Blaxter, 1975; D'Anna *et al.*, 2004).

Il presente studio si propone di confrontare l'attività predatoria sul bivalve *Cerastoderma glaucum* esercitata sia da esemplari di *Sparus aurata* selvatici, già in grado di riconoscere il bivalve, che da individui riprodotti in cattività ed alimentati con mangime artificiale sin dalla nascita e pertanto estranei alla preda.

#### Materiali e metodi

Gli esperimenti sono stati effettuati nello stabulario del Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Palermo mediante l'utilizzo di vasche di acquario (Volume, l=200; Temperatura media, °C=18±0.5; Fotoperiodo, h=12L:12D). Una prima fase dello studio è stata condotta su individui di *S. aurata* nati in cattività, di peso medio 200±19 g provenienti da impianti di allevamento; una seconda su orate selvatiche di 110±20 g pescate con una sciabica in prossimità dello Stagnone di Marsala (TP). Come preda sono stati utilizzati circa 300 individui di *C. glaucum* di taglia mediamente compresa tra 18 e 25 mm (peso medio secco 5.08±1.36 g), prelevati all'interno delle "vasche fredde" delle saline Ettore-Infersa

situate sulla sponda interna dello Stagnone di Marsala (TP, Sicilia Occidentale).

I pesci sono stati distribuiti casualmente due per vasca e successivamente sono stati lasciati indisturbati e a digiuno per una settimana.

In seguito le vasche sono state divise casualmente in due categorie: vasche trattamento, in cui sono stati posti 15 individui del bivalve *C. glaucum*, e vasche controllo. Nei due giorni successivi all'introduzione in vasca di *C. glaucum* le diverse fasi del comportamento sono state registrate mediante due telecamere e un sistema multifunzionale di videoregistrazione digitale. Alla fine di ogni esperimento i *C. glaucum* sono stati recuperati dalle vasche e di essi sono state verificate la posizione finale e le condizioni vitali.

Nel presente lavoro viene analizzato esclusivamente il comportamento di predazione mediante l'utilizzo del *Behaviour* e del *Continuous sampling* (Martin e Bateson, 1988). Due pesci per ogni vasca, per un totale di 16 pesci allevati e 16 selvatici (4 vasche trattamento e 4 vasche controllo), sono stati osservati in continuo per 2 sessioni di 2 h replicate in 2 tempi. Durante ogni sessione è stato registrato il comportamento per le seguenti categorie: Scava sabbia, Becca *C. glaucum*, Solleva con la bocca *C. glaucum* e lo Trasporta, per ognuna delle quali è stato calcolata una frequenza media oraria in termini di n° degli eventi h<sup>-1</sup>. I risultati riguardanti le frequenze delle categorie comportamentali sono stati analizzati attraverso tecniche statistiche di analisi della varianza (ANOVA, Underwood, 1997).

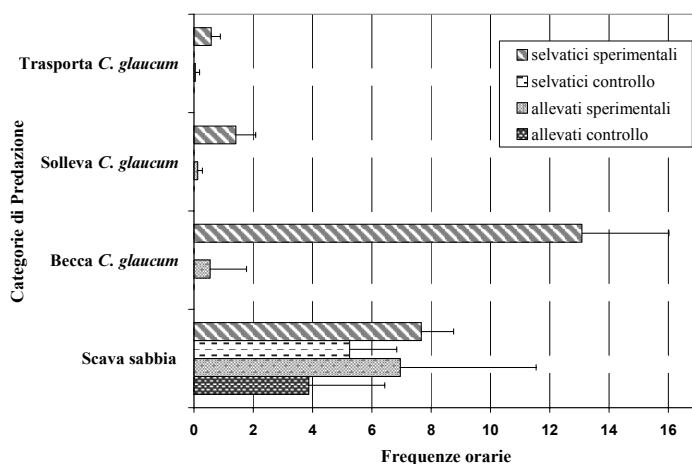


Fig. 1 - Frequenza oraria media delle categorie comportamentali di predazione dei pesci selvatici e allevati, espresso come n° eventi h<sup>-1</sup>. La media deriva da 4 sessioni di osservazione per 8 pesci.

Mean frequency of behavioural categories of predation of wild and hatchery-reared fish (number of occurrence per hour). The average is calculated from 4 recording sessions for 8 fish.

## Risultati

I pesci selvatici presentano frequenze orarie medie maggiori per tutte le categorie di predazione rispetto agli allevati (Fig. 1). Inoltre risulta esserci una differenza tra gli sperimentali e i controlli sia per i pesci allevati che per i selvatici. In

media i pesci in presenza del bivalve, sia selvatici che allevati, scavano nella sabbia con una frequenza maggiore rispetto ai controlli. Le frequenze sono:  $7.7 \pm 1.1$  vs  $5.3 \pm 1.5$  eventi  $\text{h}^{-1}$  nei selvatici,  $7.0 \pm 4.6$  vs  $3.9 \pm 2.6$  eventi  $\text{h}^{-1}$  negli allevati. Per le categorie di predazione che riguardano i soli pesci sperimentali, sono state rilevate le seguenti frequenze rispettivamente per i selvatici e gli allevati: Becca *C. glaucum*  $13.1 \pm 2.9$  eventi  $\text{h}^{-1}$  vs  $0.5 \pm 1.2$  eventi  $\text{h}^{-1}$ , Solleva *C. glaucum*  $0.5 \pm 0.3$  eventi  $\text{h}^{-1}$  vs  $0.1 \pm 0.1$  eventi  $\text{h}^{-1}$ , Trasporta *C. glaucum*  $0.6 \pm 0.3$  eventi  $\text{h}^{-1}$  vs  $0.0$  eventi  $\text{h}^{-1}$ .

I ripetitivi attacchi delle orate selvatiche si sono talvolta rivelati efficaci, causando la morte del mollusco e l'apertura delle valve, in modo da consentire al pesce di cibarsi dei suoi tessuti molli. La media di *C. glaucum* predato dai pesci selvatici alla fine degli esperimenti è di 1,6 individui per vasca che rappresenta circa il 10% delle prede disponibili.

## Conclusioni

Dai risultati ottenuti, è possibile affermare che esistono differenze comportamentali tra orate selvatiche e allevate per quanto riguarda la capacità di riconoscimento e di attacco della preda: i selvatici sono risultati più efficienti nell'individuare ed attaccare la preda causando talvolta la morte del mollusco; gli allevati non sono mai riusciti a uccidere la preda limitandosi a cibarsi solo degli esemplari di *C. glaucum* aperti dall'operatore.

Durante gli esperimenti, a prescindere dal successo degli attacchi, le orate di entrambe le origini hanno impiegato una comune strategia di attacco costituita dalla seguente successione ordinata di eventi: perlustrare la sabbia, prendere il bivalve con la bocca, estrarlo dalla sabbia ed infine addossarlo alle pareti dell'acquario.

## Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare per la collaborazione la D.ssa L. Troncale.

## Bibliografia

- BLAXTER J.H.S. (1975) - Reared and wild fish: how do they compare? *European Symposium on Marine Biology*, **1**: 11-26.
- D'ANNA G., GIACALONE V.M., BADALAMENTI F., PIPITONE C. (2004) - Releasing of hatchery-reared juveniles of the white seabream *Diplodus sargus* (L., 1758) in the Gulf of Castellammare artificial reef area (NW Sicily). *Aquaculture*, **233**: 251-268.
- DE SILVA S.S. (1973) - Abundance, structure, growth and origin of inshore clupeid populations of the west coast of Scotland. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **12**: 119-144.
- MARTIN P., BATESON P. (1988) - Recording Methods. In: Cambridge University Press (ed), *Measuring Behaviour*, Cambridge: 48-69.
- PITCHER T.J. (1996) - Teleost foraging: facts and Theories. In: Chapman and Hall (eds), *Behaviour of Teleost Fishes*, London: 253-284.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance*. Cambridge University Press: 504 pp.

Tale studio è stato finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e dal Ministero della Ricerca Scientifica.

F. FIESOLETTI, A. SPECCHIULLI, F. SPAGNOLI, M. GALLETTA\*, F. RAFFA\*, F. DECEMBRINI\*

CNR - Istituto delle Scienze Marine, Sezione di Lesina, Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.

\*CNR - Istituto Ambiente Marino Costiero, Sezione di Messina,  
Spianata S. Raineri - 98123 Messina, Italia.

## CARATTERISTICHE FISICO-CHIMICHE, CHIMICHE E BIOLOGICHE DELLE ACQUE NEL GOLFO DI MANFREDONIA (ADRIATICO MERIDIONALE)

### *PHYSICO-CHEMICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL WATER CHARACTERISTICS IN THE GULF OF MANFREDONIA (SOUTHERN ADRIATIC SEA)*

#### **Abstract**

*Physico-chemical, chemical and biological parameters collected in water column during a multidisciplinary cruise in the Gulf of Manfredonia (October 2002) are reported. Two coastal and offshore systems with different biochemical and physical characteristics were highlighted by spatial distribution of observed parameters. The coastal system is characterised by low salinity, and high ammonium and chlorophyll-a concentrations. The offshore system exhibits a well defined isopycnal gradient and high nitrate values localised below the pycnocline.*

**Key-words:** *nutrients, chlorophyll-a, Southern Adriatic Sea, coastal waters.*

#### **Introduzione**

In questo lavoro si riferiscono i risultati preliminari ottenuti nel corso della campagna multidisciplinare SAMCA2 eseguita nel Golfo di Manfredonia (ottobre 2002) nell'ambito del Programma CLUSTER-10 (progetti PITAGEM e SAM) finanziato dal MIUR.

Il Golfo di Manfredonia è situato lungo la costa occidentale del Mar Adriatico meridionale a sud del promontorio del Gargano. Il fondale presenta una piattaforma continentale molto ampia (160 km), raggiungendo appena 40 m di profondità al limite esterno del Golfo, quindi degrada lievemente fino ai 200 m per poi sprofondare ad oltre 1000 m nella fossa centrale del bacino. La zona esterna del Golfo è influenzata dalla corrente proveniente dall'Adriatico settentrionale (*Western Adriatic Current*) che scorre lungo la costa occidentale del bacino (Artegiani, 1996). Tale corrente da origine, a seconda della direzione, durata ed intensità dei venti, a dei vortici interni al golfo che possono essere diretti in senso ciclonico o anticiclonico (Book *et al.*, dati non pubblicati).

Le acque pelagiche mostrano caratteristiche oligotrofiche (Vilicic *et al.*, 1989) e l'apporto di nutrienti all'interno del Golfo dipende dalle condizioni idrodinamiche dell'Adriatico meridionale e dagli apporti continentali.

Scopo del lavoro è quello di fornire un contributo alla conoscenza delle caratteristiche idrobiologiche del Golfo, un'area poco studiata anche se adiacente al Parco Nazionale del Gargano e crocevia tra i bacini Adriatico e Ionio.

#### **Materiali e metodi**

L'area di studio è stata investigata lungo 4 transetti costa-largo (composti da

32 stazioni) perpendicolari alle batimetriche (25-500 m) e distribuiti da nord a sud. I risultati riportati si riferiscono alle misure effettuate lungo un transetto di 70 Km composto da 8 stazioni con profondità comprese tra 14 e 200 m, in grado di rappresentare le condizioni idrologiche dell'area investigata (Fig. 1).

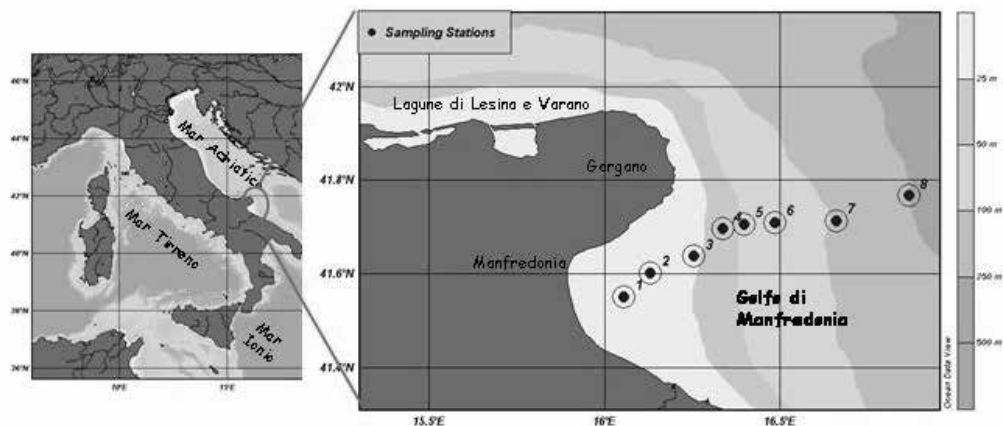


Fig. 1 - Mappa delle stazioni di campionamento.

*Sampling station map*

In ogni stazione sono stati eseguiti profili verticali di temperatura, salinità, ossigeno disciolto e fluorescenza con sonda multiparametrica (CTD SeaBird 9/11 plus). I prelievi d'acqua per la determinazione dei nutrienti ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ) e della clorofilla *a* sono stati effettuati con *rosette* a 5 profondità anche in rapporto all'andamento del massimo di fluorescenza da clorofilla *a* (DCM). I campioni d'acqua sono stati filtrati con filtri Wathmann GF/F e conservati a  $-20^\circ\text{C}$  e la determinazione dei nutrienti è stata eseguita per via spettrofotometrica secondo le metodiche descritte da Strickland e Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1999). La concentrazione della clorofilla *a* è stata determinata per via fluorimetrica su estratto acetonicco al 90% del materiale presente sui filtri secondo la metodologia proposta da Lazzara *et al.* (1990).

## Risultati

Le caratteristiche termo-aline della colonna d'acqua sono riassunte dai valori di densità (Fig. 2) che evidenziano in modo chiaro la presenza di un fronte che separa le acque costiere da quelle del largo nello strato superiore al picnoclino (0-30 m). Le acque costiere presentano un lieve gradiente picnico verticale legato alla salinità, mentre la zona di fronte mostra la divergenza delle isopiche di  $27,0 \sigma_t$  in corrispondenza di un nucleo ad elevata salinità che caratterizza la struttura ciclonica. Il picnoclino, individuato dal valore di  $27,5 \sigma_t$ , è situato a 20 m nella stazione più al largo, a causa di un forte gradiente termico, e si affonda a 30 m verso la costa dove incontra il fondo. Questa condizione evidenzia l'intrusione delle acque del largo che si spingono verso la parte interna del Golfo.



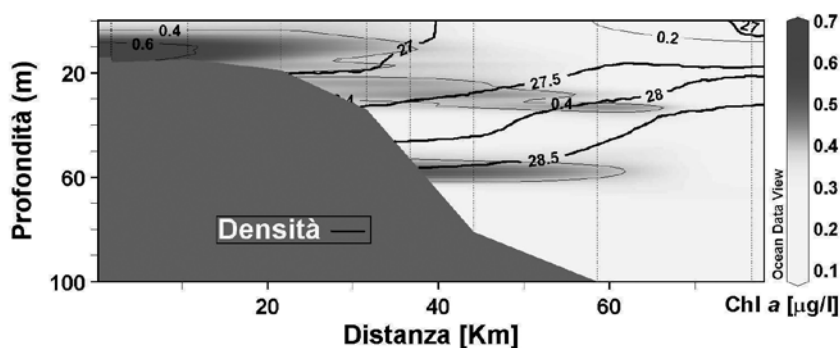


Fig. 2 - Profili verticali di densità e clorofilla-*a*.  
*Density and chlorophyll-a vertical profiles.*

La distribuzione della biomassa fitoplanctonica, espressa come concentrazione della clorofilla-*a* (Chl*a*), riflette la condizione di separazione tra le acque costiere e quelle del largo (Fig. 2). Le prime, infatti, sono caratterizzate, nello strato superficiale (0-5 m), da valori di Chl*a* di  $0,4 \mu\text{g l}^{-1}$  che aumentano verso il fondo (5-15 m) raggiungendo il massimo di  $0,7 \mu\text{g l}^{-1}$ , in corrispondenza del minimo di ossigeno ( $5,0 \text{ ml l}^{-1}$ ), e seguono un gradiente decrescente costa-largo. La zona frontale presenta, al di sopra del picnoclino, valori di Chl*a* più bassi ( $0,2 \mu\text{g l}^{-1}$ ) rispetto a quella costiera, ed un massimo profondo (DCM) a 60 m ( $>0,4 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Le acque del largo mostrano valori bassi di Chl*a* ( $0,1\text{-}0,2 \mu\text{g l}^{-1}$ ) in superficie ed uno strato DCM di minore spessore (10 m) ed a minore concentrazione ( $0,3 \mu\text{g l}^{-1}$ ) rispetto alla zona frontale.

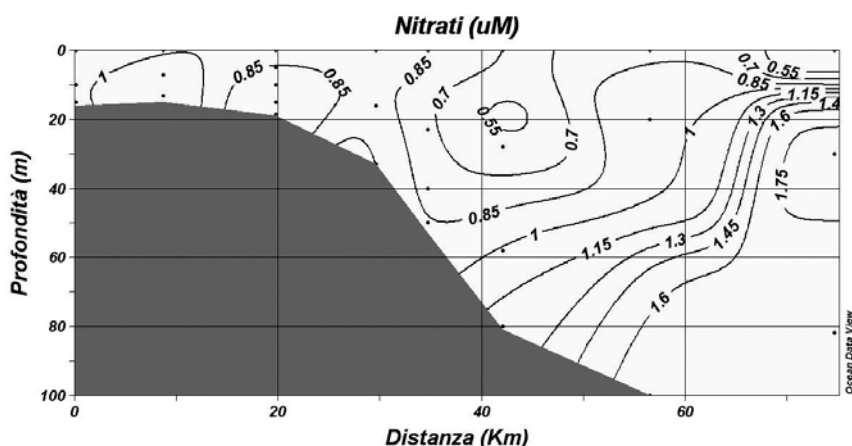


Fig. 3 - Distribuzione spaziale dei nitrati lungo la colonna d'acqua.  
*Spatial distribution of nitrate along the water column.*

La distribuzione dei nutrienti risulta estremamente variabile, tuttavia quella dei nitrati contribuisce a differenziare le zone precedentemente individuate (Fig. 3). Infatti, le acque costiere presentano concentrazioni di  $\text{NO}_3$  uniformi lungo la colonna d'acqua ( $1,0 \mu\text{M}$ ) e, al di sopra del picnoclino, un gradiente decrescente fino alla zona frontale. In quest'area si osserva un ulteriore incremento con concentrazioni  $>0,85 \mu\text{M-NO}_3$  che interessano lo strato superiore del picnoclino. In quest'ultimo strato, ma nelle acque del largo, i valori di  $\text{NO}_3$  presentano un forte gradiente crescente con la profondità raggiungendo concentrazioni superiori a  $1,7 \mu\text{M}$ . Le acque del largo, al di sotto del picnoclino, mostrano valori di nitrato uniformi con un lieve incremento verso il fondo. I nitriti presentano una concentrazione media di  $0,33 \pm 0,19 \mu\text{M}$  ed una distribuzione simile a quella precedentemente descritta per la specie azotata più ossidata. L'ammonio ( $0,53 \pm 0,33 \mu\text{M}$ ) mostra valori più elevati nella zona costiera (valore massimo di  $1,47 \mu\text{M}$  in superficie) e più bassi in quella al largo al di sotto del picnoclino. Gli ortofosfati presentano una concentrazione media modesta ( $0,22 \pm 0,09 \mu\text{M}$ ) con lievi incrementi localizzati nella zona pelagica al di sotto del picnoclino ed il valore massimo di  $0,52 \mu\text{M}$  nella zona costiera in prossimità del fondo.

Il rapporto N/P presenta un andamento variabile: nella zona più esterna del Golfo si evidenziano valori minimi in superficie e picchi negli strati sub-superficiali a 20-30 m di profondità (valore massimo di 25,1) in corrispondenza di bassi valori di clorofilla-*a*.

## Conclusioni

La distribuzione spaziale dei parametri idrobiologici esaminati lungo la colonna d'acqua ha consentito di suddividere l'area di studio in quattro zone distinte: una costiera localizzata all'interno del Golfo (fino a 40 m), una frontale situata più al largo al di sopra del picnoclino, una zona del largo superficiale (0-20 m) ed una del largo al di sotto del picnoclino che si incunea verso costa fino a 40 m.

Le acque della zona costiera presentano una bassa salinità, per l'apporto continentale e la scarsa circolazione, un'elevata concentrazione di clorofilla-*a*, una scarsa ossigenazione delle acque e valori elevati di ammonio che concorrono ad ipotizzare l'esistenza di un sistema in cui prevalgono i processi biologici di rigenerazione.

L'area di fronte, individuata nello strato superficiale (0-30 m) ed a 40 Km dalla costa, estende la sua influenza in un *range* di 10 Km dove i più bassi valori di nitrato ( $<0,55 \mu\text{M}$ ) presentano un minimo sub-superficiale (20 m). Tale zona si trova a margine della circolazione superficiale di tipo ciclonico e subisce il contributo della corrente a mesoscala diretta verso sud (*WAC*) come evidenziato dall'affondamento delle isopiche già descritto. Questo affondamento produce una compressione dell'addensamento sub-superficiale di clorofilla-*a* ( $0,4 \mu\text{g l}^{-1}$ ) fino all'isopiche di  $27,5 \sigma_t$ . Il *DCM*, localizzato alla quota di 55 m, presenta valori più elevati ( $0,6 \mu\text{g l}^{-1}$ ) in corrispondenza della densità di  $28,5 \sigma_t$ .

L'area pelagica, al limite esterno del fronte, risulta caratterizzata da un più forte gradiente picnico nei primi 30 metri a cui corrisponde un incremento di nitrato (*range*  $0,55$ - $1,8 \mu\text{M}$ ) verso il fondo mentre la *Chla* presenta valori di *background* ( $0,1$ - $0,2 \mu\text{g l}^{-1}$ ) senza la formazione di *DCM*.

**Bibliografia**

- ARTEGIANI A., BREGANT D., PASCHINI E., PINARDI N., RAICICH F., RUSSO A. (1996) - The Adriatic Sea general circulation. Part II: baroclinic circulation structure. *Journal of physical oceanography*, **27**: 1515-1532.
- GRASSHOFF K., KREMLING K., EHRHARD M. (1999) - Methods of Seawater Analysis. 2<sup>nd</sup> ed. Verlag Chemie, Weinheim: 159 pp.
- LAZZARA L., BIANCHI F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÁ M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. *Nova Thalassia*, **11**: 207-223.
- STRIKLAND J.D.H., PARSON T.R. (1972) - A practical handbook of sea water analysis. *Fisheries research board of Canada, Ottawa*, **18** (2), 5: 137.
- VILICIC D., VUCAK Z., SKRIVANIC A., GRZETIC Z. (1989) - Phytoplankton blooms in oligotrophic open South Adriatic waters. *Marine Chemistry*, **28**: 89-107.

G. TORCHIA, F. BADALAMENTI<sup>1</sup>, I. AMMAR<sup>2</sup>, M. FOULQUIÉ<sup>3</sup>, R. GRECO

NAUTILUS s.c.r.l., Zona industriale di Porto Salvo,  
Loc. Trainati - 89811 Vibo Valentia Marina (VV), Italia.  
torchia@coopnautilus.com

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Laboratorio di Biologia Marina, Castellammare del Golfo (TP), Italia.

<sup>2</sup>Department of Marine Biology, Tishreen University, Lattakia, Syria.

<sup>3</sup>ADENA, Maison de la Réserve, Domaine du Grand Clavelet - 34300 Adge, France.

## PRIMI DATI SULLE CARATTERISTICHE BIOCENOTICHE DI UN'AREA MARINA PROTETTA IN SIRIA

### *FIRST DATA ON THE BENTHIC ASSEMBLAGES OF A MARINE PROTECTED AREA IN SYRIA*

#### **Abstract**

*A study was carried out on August 2003 along the coastal area between Ras el Bassit and Oum Toyour, Northern Syria, aimed to collecting biological information for the extension of the already existing marine protected area of Oum Toyour. 88 taxa and 19 benthic assemblages were recorded. Caretta caretta, Chelonia mydas (Reptilia), Dendropoma petraeum (Mollusca) platform and a facies with Titanoderma trochanter (Algae) where among the best findings. 4 out of the 6 most common species were lessepsian migrant: Stypopodium schimperi, Caulerpa racemosa (Algae), Strombus persicus (Mollusca), Siganus rivulatus (Pisces). Overall the area is resulted well preserved and worth of protection.*

**Key-words:** Marine Parks, Syria, invasive species, rare species.

#### **Introduzione**

Il numero delle aree marine protette (AMP) del Mediterraneo è in continua crescita. Il loro sviluppo, cominciato tra gli anni 80 e 90 nel bacino occidentale, ha successivamente contagiato anche i paesi del settore orientale e meridionale della Regione (Badalamenti *et al.*, 2000).

La Siria, con i suoi 183 km di costa, ha recentemente riconosciuto l'importanza delle AMP ed ha iniziato ad individuare aree costiere da proteggere. Una prima AMP è stata istituita a Ras Ben Hani ed altre sono state proposte o sono in via di definizione. Il settore settentrionale della Siria, in particolare, racchiude alcune tra le aree marine meglio preservate del Paese, dove sono frequenti gli avvistamenti di tartarughe e dove si suppone possa ancora vivere la foca monaca. Il Governo Siriano ha recentemente istituito proprio in questo settore una AMP ad Oum Toyour.

Nell'estate del 2003 è stata organizzata, intorno ad Oum Toyour, una breve campagna di ricerca avente le seguenti finalità: 1) caratterizzazione batimetrica e biocenotica del piano infralitorale dell'area; 2) compilazione di una lista delle principali specie presenti nell'area; 3) individuazione di subaree sensibili; 4) realizzazione di un GIS. Nel presente lavoro vengono illustrati alcuni risultati emersi da questa campagna di ricerca.

#### **Materiali e metodi**

Il lavoro di campo è stato svolto tra il 3 ed l'11 agosto 2003. Durante la prima giornata è stata effettuata una ricognizione via mare dell'area compresa

tra Ras el Bassit e Oum Toyour, circa 20 chilometri di costa. Durante la ricognizione sono stati annotati gli insediamenti e le eventuali attività umane presenti. In seguito, il tratto di mare esplorato è stato diviso in quattro unità omogenee in relazione al regime di protezione e/o alle caratteristiche biocenotiche e geologiche (Fig. 1). Il primo settore ricade nella zona settentrionale e racchiude la punta di Ras el Bassit, caratterizzata da substrati calcarei fino ad oltre 40 m di profondità; il secondo, più a sud, è ancora roccioso ma con substrati non calcarei; il terzo si spinge fino al confine con l'area protetta di Oum Toyour ed è caratterizzato da falesie che terminano in fondali prevalentemente sabbio-fangosi; l'ultimo è l'AMP di Oum Toyour, caratterizzata da ampie spiagge e da due falesie calcaree che sprofondano su un basso fondale sabbioso.

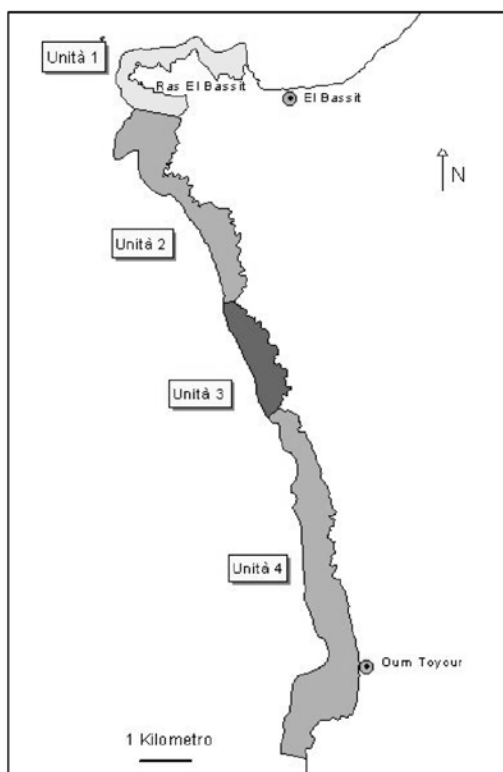


Fig. 1 - Localizzazione e suddivisione in settori dell'area di studio. In diverse tonalità di grigio sono evidenziate le aree marine indagate per ciascuna unità.

*Study area with the 4 identified sectors stretching north-south. In different shade of grey the marine areas investigated in each sector are reported.*

Sono stati effettuati 24 transetti perpendicolari alla costa (da 0 a -30 m di profondità) ad una distanza variabile dai 200 m (nelle zone a maggiore articolazione del substrato) ai 1000 m (in aree monotone a fondali sabbiosi) uno dall'altro. Lungo ogni transetto sono stati effettuati i rilievi batimetrici con uno scandaglio

manuale (complessivamente sono stati rilevati 200 punti, circa 1 ogni 4 metri) ed il riconoscimento delle biocenosi, delle specie nectoniche e del macrobenthos in immersione (stime della copertura per le specie bentoniche e conteggio utilizzando classi d'abbondanza per le specie nectoniche). In aggiunta ai transetti, per meglio caratterizzazione la composizione in specie e biocenosi, sono stati effettuati numerosi percorsi casuali in immersione all'interno dei quattro settori. Complessivamente l'area indagata ha una superficie di 10,3 km<sup>2</sup>. Tutti i punti censiti sono stati georeferenziati con un GPS. Per la classificazione delle biocenosi sono stati utilizzati come riferimento principalmente Meisnez *et al.* (1983) e Pérès (1982).

## Risultati

Sulla base dei rilievi è stata ricavata una carta con le batimetrie e le principali biocenosi. Complessivamente sono state individuate 18 biocenosi (Tab. 1) ed 88 taxa, classificati a livello di specie o di genere (Tab. 2). Il 16% delle specie individuate risultano alloctone. Tra i ritrovamenti di maggiore interesse vi sono le facies a *Dendropoma petraeum*, *Titanoderma trochanter* e *Stypopodium schimperi*. Le specie più frequenti sono risultate *Thalassoma pavo* e *Siganus rivulatus* tra i pesci e *Strombus persicus* tra gli invertebrati. Tra i vegetali dominano *S. schimperi* sui fondi duri e *Penicillus capitatus* e *Caulerpa racemosa* su quelli sabbiosi.

Tab. 1 - Numero di taxa ritrovato in ciascuno dei quattro settori compresi tra Ras el Bassit e Oum Toyour. \*La categoria "altri invertebrati" raccoglie cnidari, policheti, crostacei decapodi, cirripedi, isopodi ed echinodermi.

*Number of taxa identified in the four sectors of the area between Ras el Bassit and Oum Toyour. \*The category "other invertebrates" collects cnidarians, polychaetes, decapods, cirripeds, isopods, and echinoderms.*

|                     | Settore 1 | Settore 2 | Settore 3 | Settore 4 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Alghe               | 21        | 9         | 8         | 14        |
| Spugne              | 4         | 4         | 1         | 3         |
| Molluschi           | 11        | 5         | 3         | 5         |
| Altri invertebrati* | 14        | 8         | 5         | 7         |
| Pesci               | 28        | 16        | 8         | 15        |
| Rettili             | 2         | 0         | 1         | 0         |
| Totale              | 80        | 42        | 26        | 44        |

Durante la campagna di ricerca sono state avvistate numerose tartarughe, sia *Caretta caretta* che *Chelonia mydas* (mediamente 3-4 avvistamenti/giorno) e sono stati identificati 4 siti ottimali per la loro nidificazione. Non è mai stata avvistata la foca monaca.

Sono state censite 7 specie minacciate (*Z. noltii*, *D. petraeum*, *Erosaria spurca*, *Pinna nobilis*, *Tonna galea*, *Caretta caretta* e *Chelonia mydas*) e 2 specie (*Paracentrotus lividus* e *Epinephelus marginatus*) il cui sfruttamento va controllato (RAC/SPA, 1995). La maggior parte di queste segnalazioni è avvenuta nel settore 1 (Ras el Bassit).

Degna di nota è la grande abbondanza di giovanili di *Ephinephelus marginatus*, con densità inferiori, nei transetti su substrati rocciosi, solo a *Chromis chromis*.

Tab. 2 - Elenco delle biocenosi e facies (in corsivo) per piano ritrovate nei 4 settori compresi tra Ras el Bassit ed Oum Toyour.

*List of the benthic assemblages and facies (in italic) founded in the 4 sectors of the area between Ras el Bassit and Oum Toyour.*

| Biocenosi / Facies                                 | Piano         | Profondità | Settore |
|----------------------------------------------------|---------------|------------|---------|
| Sabbie emerse                                      | Sopralitorale | > 0 m      | 1-2-3-4 |
| Roccia sopralitorale                               | Sopralitorale | > 0 m      | 1-2-3-4 |
| Roccia mesolitorale                                | Mesolitorale  | 0 – 2 m    | 1-2-3-4 |
| Sabbie mesolitroali                                | Mesolitorale  | 0 – 2 m    | 1-2-3-4 |
| <i>Dendropoma petraeum</i> (marciapiede a vermeti) | Infralitorale | 1 - 2 m    | 1       |
| Fotofila in moda battuta                           | Infralitorale | 1 - 3 m    | 1-4     |
| <i>Titanoderma trochanter</i>                      | Infralitorale | 1 - 3 m    | 1       |
| Fotofila e termofila in moda calma                 | Infralitorale | 1 - 3 m    | 1-2-3-4 |
| Alghe calcaree e ricci                             | Infralitorale | 2 - 8 m    | 1-2-3-4 |
| Sciafile senza concrezioni                         | Infralitorale | 2 - 10 m   | 1-2-3   |
| Sciafile con concrezioni                           | Infralitorale | 2 - 15 m   | 1       |
| <i>Halophila stipulacea</i> su sabbie fini         | Infralitorale | 12 – 15 m  | 1       |
| <i>Zoostera noltii</i> su sabbie fini              | Infralitorale | 10 -12 m   | 1       |
| Sabbie fini di alto livello                        | Infralitorale | 1 – 3 m    | 1-4     |
| Sabbie fini ben classate                           | Infralitorale | 3 – 15 m   | 1-2-3   |
| Sabbie grossolane e correnti di fondo              | Infralitorale | 15 – 25 m  | 1-4     |
| Grotte semioscure                                  | Infralitorale | 3 - 5 m    | 1-4     |
| <i>Axinella</i> spp. (precoralligeno)              | Circalitorale | 20 - 30 m  | 1-2     |

## Conclusioni

Nel complesso l'area studiata si è rivelata integra e con pochi segni di attività umana. Le due zone calcaree all'estremo nord e sud sono quelle con la maggiore ricchezza specifica e biocenotica. L'area di Ras el Bassit è risultata particolarmente interessante, con la presenza di 80 taxa sugli 88 censiti e di tutte le biocenosi/facies rilevate nell'area. In questo settore inoltre si ritrova una facies a *T. trochanter*, all'interno della quale sono state ritrovate specie rare come *E. spurca*, *T. galea*. Sempre in questo settore è presente una formazione a *D. petraeum* con caratteristiche formazioni a fungo ed una ricca flora e fauna associate.

L'area è dunque meritevole di protezione e l'estensione dell'attuale AMP di Oum Toyour fino a Ras el Bassit è altamente auspicabile. Rimangono tuttavia alcune minacce all'integrità dell'area. La prima deriva dalla presenza di una discarica di rifiuti solidi nei pressi di Ras el Bassit, che alimenta un significativo flusso

di plastica in mare, e da alcuni reflui non trattati nei pressi dei centri abitati. La seconda minaccia è rappresentata dalla presenza di numerose specie lessepsiane, come *S. persicus*, *S. schimperi*, *Siganus rivulatus* e *Holocentrus ruber*, molto frequenti e spesso dominanti nelle biocenosi dell'area, come nel caso di *S. schimperi* che costituisce vere e proprie facies nell'infralitorale fotofilo a Ras el Bassit.

Alcuni risultati dell'indagine vanno sottolineati e meriterebbero ulteriori studi e rilievi *ad hoc*: (i) l'abbondante presenza di *C. caretta* e di *C. mydas* e l'importanza dell'area per la nidificazione di questi rettili; (ii) la straordinaria abbondanza di giovanili di *E. marginatus*, e la totale assenza di esemplari adulti o subadulti (confermata dalla mancanza di esemplari di oltre 30-35 cm anche ai mercati); (iii) la particolare morfologia di certe forme di *Caulerpa* osservate oltre i 40 metri di profondità.

Il lavoro svolto ha inoltre evidenziato le difficoltà ad adattare la classificazione standard delle biocenosi derivata da Pérès e Picard e successive integrazioni, al bacino orientale del Mediterraneo.

L'estensione dell'AMP da Oum Toyour a Ras el Bassit potrà contribuire a proteggere la biodiversità marina in Siria, potrà risultare utile per il monitoraggio del fenomeno delle specie invasive nel Mediterraneo orientale e per lo studio e la comprensione dei meccanismi che portano al loro successo.

### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano in particolare il dr. Akram Issa Darwish (Direttore del Dipartimento Biodiversità ed Aree Marine protette del Ministro dell'Ambiente siriano), il dr. Amir Ibrahim (Direttore del Centro di Ricerca Marina di Lattakia), il Prof. Ghazi Bitar dell'Università Libanese ed il personale del RAC/SPA di Tunisi, che con il loro supporto e la loro collaborazione hanno reso possibile la realizzazione dello studio.

### Bibliografia

- BADALAMENTI F., RAMOS A.A., VOULTSIADOU E., SANCHEZ LIZASO J.L., D'ANNA G., PIPITONE C., MAS J., RUIZ FERNANDEZ J.A., WHITMARSH D., RIGGIO S. (2000) - Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation*, **27** (2): 110-125.
- MEISNEZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VAMVAKAS C. (1983) - Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Annales de l'Institut Océanographique*, Paris, **59** (2): 155-172.
- PÉRÈS J.M. (1892) - Major benthic assemblages. In: O. Kinne (ed), *Ocean Management, Marine Ecology*, Wiley and Sons Chichester, **5** (1): 373-452.
- RAC/SPA (1995) - Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean. UNEP-MAP RAC/SPA, Simport (Tunisia): 46 pp.

Lo studio, organizzato dalla Cooperativa Nautilus in collaborazione con le autorità Siriane e l'Istituto di Biologia Marina di Lattakia, è stato realizzato nell'ambito del progetto MedMPA, finanziato dalla Commissione Europea e coordinato dal RAC/SPA.



L. TUNESI, A. MOLINARI, S. AGNESI, T. DI NORA, G. MO

ICRAM, Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.

## PRESENCE OF FISH JUVENILES IN THE LIGURIAN COASTAL WATERS: SYNTHESIS OF AVAILABLE KNOWLEDGE

### *PRESENZA DI GIOVANILI DI SPECIE ITTICHE NELLE ACQUE COSTIERE LIGURI: SINTESI DELLE CONOSCENZE DISPONIBILI*

#### **Abstract**

*The coastal areas, sea bottom types, depth and temporal pattern of presence of juvenile fishes of 63 species were analysed taking into account the available information for the Ligurian coastal waters. This preliminary study gives initial elements functional for sustainable fishery and coastal management.*

**Key-words:** *marine fish, juveniles, Ligurian Sea.*

#### **Introduction**

The management of coastal fishery resources requires comprehensive knowledge on the life cycle of coastal fish species and their habitat requirements throughout the different life cycle phases (Beverton, 1984; Jones, 1990; Jones *et al.*, 1999; Swearer *et al.*, 1999). This information, together with data on the geomorphologic and biocoenotic characteristics of the coastal habitats, is crucial to regulate fisheries as well as to plan coastal management activities devoted to avoid negative effects on juvenile recruitment of fish species of commercial interest (Carr *et al.*, 1993; Roberts, 1997; Peterson *et al.*, 2000). In the framework of a project financed by the Ligurian Regional Authority, ICRAM is in the process of carrying out an investigation aimed to identify presence and habitats of fish juveniles in the Ligurian coastal waters. The present work provides an analysis of the available information for the Ligurian coastal waters.

#### **Materials and methods**

The first phase of the project consisted in analyzing the existing bibliographical information on young fish occurrence in the Ligurian coastal waters. Three main information sources were considered:

- Artisanal fishery and experimental fishing surveys carried out by mean of a particular Italian seine called “bianchettara”, used to catch sardine larvae within a depth range of 0-30 m, in 10 different sites (Ventimiglia, Bordighera, San Remo, Alassio, Albenga, Varazze, Arenzano, Camogli, Chiavari-Sestri Levante e Lerici) (ICRAM, 1997; Università degli Studi di Genova, 1997);
- Underwater visual census activities (UVC), carried out in the shallow waters (0-3 m) of Paraggi (Tunési *et al.*, 1997);
- Experimental trawling at 20 and 30m depth in the Tigullio Gulf (Orsi Relini *et al.*, 1985).

The information on young fish presence was considered separately for *post larvae* and juveniles, due to the different sensitivity to human activities of these



## Results

On the overall, collected data highlights the presence of 63 fish species of which 14 *post larvae* and 56 juveniles. Tab. 1 shows the list of species for which

Tab. 1 (continue)

[illegible]

data on *post larvae* and juvenile were found, with the indication of months of presence, sea bottom type and depth range. The data synthesized in the table shows that *post larvae* of 1 species were found on soft bottoms, 13 on rocky bottoms and 1 on *Posidonia oceanica*, while juveniles of 46 species were found on soft bottoms, 9 on rocky bottoms and 26 on *Posidonia oceanica*.

## Conclusions

The present work underlines the relevance of the Ligurian shallow waters for post larval and juvenile fish presence and provides a summary on the periods and sea bottom typologies in which individuals of these two life stages have been observed. Although the data is not homogeneous, due to differences in sampling methodology (seasonality, location, bathymetry and mesh sizes) it provides a baseline indication of where and when some post larval and juveniles may be observed in the study area. The low numbers of species in postlarval phase observed on certain substrata highlight the need of further investigations because this age class data is derived only from UVC studies, while the remaining studies do not allow the sampling of *post larvae* due to mesh size and bathymetry limitations. High numbers of species in juvenile phase were observed on soft bottoms and *Posidonia* meadows, underlining the important need for observance of the fishing limitations on low bathymetries. Detailed studies on spatial and temporal presence of these life stages should be conducted so as to allow formulation of adequate fishing regulations and coastal management measures (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995). A fisher questionnaire survey, aimed at collecting information on the particular concentration of juveniles along the Ligurian coast, could enrich this type of knowledge, in support of future field activities.

## References

- BEVERTON R.J. (1984) – Dynamics of single species. In: May R.M. (ed), *Exploitation of marine communities*. Springer-Verlag, Berlin: 13-58.
- CARR M.H., REED D.C. (1993) - Conceptual issues relevant to marine harvest refuges: examples from temperate reef fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**: 2019-2028.
- HARME LIN-VIVIEN M.L., HARME LIN J.G., LEBoulLEUX V. (1995) – Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparids on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, **300-301**: 309-320.
- ICRAM (1997) – Effetti della pesca al novellame di consumo (bianchetto) in Italia: aree Liguria e Campania. IV Piano Triennale della pesca marittima e dell'acquicoltura in acque marine e salmastre: Relazione finale. Responsabile Scientifico M. Romanelli: 80 pp.
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA (1997) – Pesca sperimentale del rossetto in Liguria. IV Piano Triennale della pesca marittima e dell'acquicoltura in acque marine e salmastre: Relazione finale: 90 pp.
- JONES J.P. (1990) – The importance of recruitment to the dynamics of a coral reef fish population. *Ecology*, **71**: 1691-1698.
- JONES G.P., MILICICH M.J., EMSLIE M.J., LUNOW C. (1999) - Self-recruitment in a coral reef fish population. *Nature*, **402**: 802-804.
- ORSI RELINI L., TUNESI L., PEIRANO A., RELINI G. (1985) – La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: II. Distribuzione e incidenza nel pescato di forme giovanili di pesci. *Oebalia*, **11** (2): 509-519.
- PETERSON C.H., SUMMERSON H.C., THOMSON E., LENIHAN H.S., GRABOWSKI J., MANNING L., MICHELI F., JOHNSON G. (2000) - Synthesis of linkages between benthic

- and fish communities as a key to protecting essential fish habitat. *Bull. Mar. Sci.*, **66** (3): 759-774.
- ROBERTS C.M. (1997) - Connectivity and management of Caribbean coral reefs. *Science*, **278**: 1454-1457.
- SWEARER S.E., CASELLE J.E., LEA D.W., WARNER R.R. (1999) - Larval retention and recruitment in an island population of a coral-reef fish. *Nature*, **402**: 799-802.
- TUNESI L., MARIANI L., MORI M. (1997) – Insediamento di stadi giovanili di specie ittiche nelle acque costiere del Golfo del Tigullio (Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 282-290.

G. BASILONE, V. RIZZUTO, S. MAZZOLA, M. BRAI\*, L. TRANCHINA\*, A. CUTTITTA,  
R. AGOGLITTA, B. PATTI, A. BONANNO, P. SPOSITO

IAMC-CNR, Sezione di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

\*Di.F.Te.R., Università di Palermo, Italia.

## LIVELLI DI MERCURIO IN ACCIUGHE E SARDINE NELLO STRETTO DI SICILIA

### *MERCURY LEVELS IN ANCHOVY AND SARDINE IN THE STRAIT OF SICILY*

#### **Abstract**

*The small pelagic fishery is an important economic resource in the Strait of Sicily. This resource is mainly based on two species: sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). This study was focused on the quality of these fish as human food in relation with its total mercury content. Mercury levels were determined in the muscle and liver of these specimens in Atomic Absorption Spectrophotometry using the Cold Vapour technique (AAS-CV). Results show differences in mercury contents between liver and muscle and between each considered species. Comparing our results with literature data the average observed mercury levels are the lowest in the Mediterranean area, 0.15 (µg/g) for sardine and 0.27 (µg/g) for anchovy and moreover are well under the legal limits for human consumption. These data represent the first attempt to evaluate the mercury pattern in the Strait of Sicily for small pelagic species.*

**Key-words:** mercury, contamination, anchovy, sardine, Strait of Sicily.

#### **Introduzione**

Nonostante l'enorme rilevanza socio-economica della pesca nello Stretto di Sicilia e contrariamente a quanto avviene in altre aree costiere del Mediterraneo, in Sicilia sono state condotte pochissime ricerche sulla qualità dei prodotti ittici, specialmente in relazione alla contaminazione da metalli in tracce. Gli studi effettuati hanno riguardato il contenuto di mercurio, rame, zinco, cadmio e piombo in alcune specie ittiche raccolte nei mari di Sicilia (Ciusa *et al.*, 1973) e metalli nei ricci di mare (Fiorenti, 1978). Studi più specifici sui livelli di mercurio sono stati condotti su campioni di triglie prese al mercato di Trapani (Bernhard e Renzoni, 1977). Alcune ricerche sul contenuto di Hg in alcuni pesci pelagici (*Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita*) sono stati condotti lungo le coste tunisine dello Stretto di Sicilia (Joiris, 1999). In generale, i livelli di mercurio nelle sardine delle coste tunisine risultano inferiori a quelli relativi agli esemplari pescati nel Mar Tirreno (Baldi e Renzoni, 1978), nel mare di La Spezia (Baldi *et al.*, 1979) e nell'Adriatico (Bernhard e Renzoni, 1977), aree maggiormente interessate dalla presenza di anomalie geochimiche e da sorgenti antropiche di inquinamento ambientale. Scopo prioritario del presente studio è l'acquisizione di un quadro informativo sull'accumulo di mercurio nei piccoli pelagici (sardine e acciughe) pescati nello Stretto di Sicilia, per poter valutare eventuali rischi per la salute dei consumatori.

#### **Materiali e metodi**

Il campionamento degli esemplari di sardina e acciuga è stato eseguito a bordo di un peschereccio con rete a circuizione nel tratto di mare antistante Mazara del

Vallo, ad aprile 2003. I campioni sono stati processati e misurati nei laboratori dell'IRMA-CNR dove sono state misurate: lunghezza (al mm inferiore), peso (al g), sesso e maturità gonadica. Per il prelievo di organi e tessuti, gli individui di ognuna delle due specie sono stati raggruppati per sesso e classe di taglia di un centimetro (Tab. 1). Da ogni esemplare selezionato, sono stati prelevati il fegato e una porzione di muscolo proveniente dalla parte del corpo vicino alla pinna caudale. I pool di fegati e di muscoli, raggruppati per sesso e classe di lunghezza, sono stati essiccati in una stufa a 50 °C fino al raggiungimento del peso costante (48 h). I tessuti ormai secchi sono stati preparati ed analizzati presso il Dipartimento di Fisica e Tecnologie Relative (DiFTeR) dell'Università degli Studi di Palermo. In particolare essi venivano triturati ed omogeneizzati in un mortaio automatico e la polvere ottenuta veniva setacciata con un setaccio da 250 µm di maglia. Il peso umido e ed il peso secco dei tessuti sono stati rilevati con una accuratezza al millesimo di grammo ed è stato calcolato il rapporto peso fresco/peso secco. Da ciascun pool sono stati prelevati 250 mg di tessuto posti in un mineralizzatore con acido nitrico al 65% (4 mL), acido solforico al 96% (2 mL) e, dopo un primo ciclo termico, con temperatura massima di 118 °C, sono stati aggiunti 10 mL di acqua ossigenata al 30%, ed il ciclo termico è stato quindi ripetuto. L'intera procedura di mineralizzazione aveva una durata di circa 50 minuti a campione. Le determinazioni analitiche sono state eseguite mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico con la tecnica dei vapori freddi (Capelli *et al.*, 1979; Ahmed *et al.*, 1987).

Tab. 1 - Concentrazioni di mercurio e rispettive deviazioni standard rilevate, per sesso e per classe di taglia, nelle due specie considerate *Engraulis encrasicolus* e *Sardina pilchardus*.

*Mercury concentrations and relative standard deviations obtained, for each sex and size class, in the considered species Anchovy and Sardine.*

| Specie                            | Lunghezza<br>(mm) | Maschi<br>(n°) | Hg muscolo<br>(µg g <sup>-1</sup> ) | Hg fegato<br>(µg g <sup>-1</sup> ) | Femmine<br>(n°) | Hg muscolo<br>(µg g <sup>-1</sup> ) | Hg fegato<br>(µg g <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Sardina<br/>pilchardus</i>     | 120               | 4              | 0.065 ± 0.005                       | //                                 | 4               | 0.061 ± 0.005                       | //                                 |
|                                   | 130               | 18             | 0.099 ± 0.008                       | 0.150 ± 0.011                      | 10              | 0.050 ± 0.004                       | 0.121 ± 0.010                      |
|                                   | 140               | 27             | 0.237 ± 0.017                       | 0.124 ± 0.009                      | 47              | 0.207 ± 0.014                       | 0.128 ± 0.009                      |
|                                   | 150               | 20             | 0.235 ± 0.016                       | 0.163 ± 0.011                      | 36              | 0.239 ± 0.017                       | 0.130 ± 0.009                      |
|                                   | 160               | 0              | //                                  | //                                 | 0               | //                                  | //                                 |
| <i>Engraulis<br/>encrasicolus</i> | 120               | 3              | 0.143 ± 0.010                       | 0.065 ± 0.005                      | 4               | 0.152 ± 0.011                       | 0.061 ± 0.005                      |
|                                   | 130               | 27             | 0.201 ± 0.014                       | 0.099 ± 0.008                      | 14              | 0.152 ± 0.011                       | 0.050 ± 0.004                      |
|                                   | 140               | 44             | 0.182 ± 0.013                       | 0.237 ± 0.017                      | 59              | 0.212 ± 0.015                       | 0.207 ± 0.014                      |
|                                   | 150               | 26             | 0.429 ± 0.030                       | 0.235 ± 0.016                      | 46              | 0.248 ± 0.017                       | 0.239 ± 0.017                      |
|                                   | 160               | 7              | 0.558 ± 0.039                       | //                                 | 10              | 0.430 ± 0.030                       | //                                 |

La precisione delle analisi è stata controllata sia facendo più digestioni (2) dei campioni, sia ripetendo, nell'ambito di una stessa digestione, le determinazioni analitiche su replicati di uno stesso campione (3). Per l'interpretazione delle differenze nelle concentrazioni di Hg sia all'interno della stessa specie fra taglie diverse, sia fra tessuti diversi, non è stato possibile applicare alcun test statistico per la significatività delle differenze a causa dell'esiguità dei campioni analizzati. Tuttavia alle misure è stata associata la deviazione standard. Data l'esiguità delle misure effettuate è stato scelto un test non parametrico (Mann-Withney) per confrontare le differenze fra le due specie per ognuno dei tessuti e fra sessi per ogni specie.

Tab. 2 - Concentrazioni medie di Hg nel tessuto muscolare di sardine e acciughe pescate in varie zone del Mediterraneo. fw = peso fresco; dw = peso secco.

Rif.=Riferimenti bibliografici: (a) Joiris (1999), (b) Bernhard e Renzoni (1977), (c) Ciusa *et al.* (1973), (d) UNEP (1986), (e) questo studio e (f) Capelli *et al.* (1979).

*Hg mean concentrations in muscle and liver tissues from sardine and anchovy caught in different areas of Mediterranean Sea. fw = fresh weight; dw = dry weight.*

*Rif.=References: (a) Joiris (1999), (b) Bernhard and Renzoni (1977), (c) Ciusa et al. (1973), (d) UNEP (1986), (e) this study and (f) Capelli et al. (1979).*

| <i>Sardina pilchardus</i> |           |                     |                   |      | <i>Engraulis encrasicolus</i> |           |                     |                   |      |
|---------------------------|-----------|---------------------|-------------------|------|-------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|------|
| Area di studio            | Hg (µg/g) | Range di variazione | Taglia media (mm) | Rif. | Area di studio                | Hg (µg/g) | Range di variazione | Taglia media (mm) | Rif. |
| Tunisia nord              | 0.41 dw   | 0.27-0.75           | 169               | a    | Marsiglia                     | 0.16 fw   | //                  | //                | b    |
| Tunisia ovest             | 0.42 dw   | 0.29-0.59           | 175               | a    | Sardegna nord                 | 0.38 fw   | 0.21-0.59           | 163               | b    |
| Tunisia sud               | 0.26 dw   | 0.19-0.40           | 174               | a    | Sardegna ovest                | 0.16 fw   | 0.07-0.33           | 146               | b    |
| Marsiglia                 | 0.20 fw   | //                  | //                | b    | La Spezia                     | 0.11 fw   | 0.07-0.14           | 112               | b    |
| La Spezia                 | 0.22 fw   | 0.11-0.33           | 148               | b    | Corsica                       | 0.23 fw   | 0.21-0.25           | 155               | b    |
| Sardegna nord             | 0.30 fw   | 0.16-0.47           | 160               | b    | Carrara                       | 0.20 fw   | 0.07-0.47           | 92                | b    |
| Sardegna sud              | 0.15 fw   | 0.10-0.21           | 140               | b    | Isola d'Elba                  | 0.16 fw   | 0.08-0.33           | 128               | b    |
| Corsica                   | 0.15 fw   | 0.10-0.25           | 165               | b    | Pisa                          | 0.16 fw   | 0.10-0.42           | 117               | b    |
| Montecarlo                | 0.06 fw   | 0.03-0.11           | 135               | b    | Trieste                       | 0.22 fw   | 0.16-0.30           | 150               | b    |
| Isola d'Elba              | 0.16 fw   | 0.03-0.29           | 128               | b    | Fiumicino                     | 0.66 dw   | //                  | 150               | c    |
| Salerno                   | 0.28 dw   | //                  | 140               | c    | R. Calabria                   | 0.13 dw   | //                  | 160               | c    |
| Stretto di Gibilterra     | 0.22 fw   | 0.11-0.47           | //                | b    | Orbetello                     | 0.48 dw   | //                  | 160               | c    |
| Egitto                    | 0.23 fw   | //                  | //                | d    | Golfo di Genova               | 0.14 dw   | //                  | //                | f    |
| Adriatico sud             | 0.16 fw   | 0.03-0.40           | //                | b    | Pozzuoli                      | 0.31 dw   | //                  | 160               | b    |
| Adriatico ovest           | 0.43 fw   | 0.20-0.87           | //                | b    | Messina                       | 0.13 fw   | //                  | //                | d    |
| Stretto di Sicilia        | 0.15 dw   | 0.05-0.23           | 145               | e    | Stretto di Sicilia            | 0.27 dw   | 0.14-0.55           | 154               | e    |

## Risultati

I risultati relativi alle analisi di mercurio nei tessuti di sardine e acciughe analizzati sono riportati in Tab. 1. In generale, i coefficienti di variazione erano compresi tra il 5 e il 10%. In ciascuna specie nei tessuti muscolari non sembra esservi differenza fra i sessi, mentre si rileva un incremento delle concentrazioni medie



proporzionale alla lunghezza e/o al peso ( $r^2=0.83$  nella sardina e  $r^2=0.75$  nell'acciuga). Anche i dati relativi alle concentrazioni del metallo nei tessuti del fegato non mettono in evidenza differenze tra i sessi né fra le classi di lunghezza analizzate, indicando la presenza nel fegato di un lento processo di mineralizzazione (Joiris *et al.*, 1999). Il confronto tra i dati di concentrazione di Hg in sardina e acciuga, mostra che, a parità di lunghezza, vi sono differenze nel contenuto di mercurio accumulato soprattutto nei tessuti muscolari. Il test di Mann-Whitney non ha però mostrato l'esistenza di differenze significative né fra specie né fra sessi. Infine i valori ottenuti in questo studio sono stati confrontati con quelli esistenti in letteratura, per il Mediterraneo. Ove il confronto lo ha richiesto i pesi freschi sono stati convertiti in pesi secchi mediante il rapporto peso fresco/peso secco, ottenuto per gli esemplari campionati in questo studio, che è risultato essere in entrambe le specie, di circa 3,5 per i tessuti muscolari e di 3,7 per i fegati. Da tale confronto, seppur con le dovute cautele, a causa alle diverse metodologie impiegate, emerge che nell'area campionata le concentrazioni di mercurio totale nel tessuto muscolare e nel fegato di entrambe le specie sono tra le più basse riportate in letteratura per l'intero bacino del Mediterraneo (Tab. 2).

## Conclusioni

I risultati delle analisi condotte sui tessuti muscolari di entrambe le specie studiate mostrano una relazione diretta fra il contenuto di Hg totale e la taglia degli individui, così come già riscontrato in bibliografia anche per altre specie di pesci (Capelli *et al.*, 1987; Tibhaud e Noel, 1989; Lansens *et al.*, 1991; Holsbeek *et al.*, 1997; Joiris *et al.*, 1997, 1999).

In ogni caso, i valori misurati sono risultati sempre ben al di sotto dei limiti previsti dalle normative vigenti per la commercializzazione dei prodotti della pesca. Il DL 30 dicembre 1992, n.531, emanato in attuazione della direttiva CEE 91/493, stabilisce le norme sanitarie applicabili alla produzione e alla commercializzazione dei prodotti ittici (G.U.R.I., 1993) e prevede che questi non debbano contenere, nelle loro parti commestibili, contaminanti presenti nell'ambiente acquatico, come metalli pesanti, in quantità tali che l'assorbimento alimentare calcolato sia superiore alla dose giornaliera o settimanale ammissibile per l'uomo. A tal proposito il Regolamento (CE) n° 221/2002 (G.U.C.E., 2002), sulla base del precedente CE n° 466/2001, stabilisce ed aggiorna i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari; in particolare il livello di mercurio totale nelle parti commestibili dei prodotti della pesca non deve superare la quantità di  $0,5 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$  di prodotto fresco.

Il comitato congiunto FAO/Organizzazione Mondiale della Sanità di esperti in additivi alimentari o JECFA (<http://www.who.int/ipcs/publications/jecfa/en/>) ha stabilito un Livello Tollerabile di Assunzione Settimanale Provvisorio o PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) di 0,3 mg di mercurio totale per persona di 60 kg di peso. In relazione ai valori stimati in questo studio, supponendo che una persona mangi 100 g di pesce al giorno il massimo quantitativo di mercurio totale che potrebbe assumere in una settimana è pari a 0,03 mg per le sardine e 0,05 mg per le acciughe. Storicamente, in Sicilia le attività di pesca, trasformazione e consumo del pesce azzurro hanno sempre rivestito una notevole importanza socio-economica. I risultati acquisiti dimostrano che, almeno per quanto riguarda la contaminazione da mercurio, il pesce pelagico pescato nell'area in oggetto è uno tra i migliori dell'intero bacino del Mediterraneo.

## Bibliografia

- AHMED R., MAY K., STOEPLER M. (1987) - Ultratrace analysis of mercury and methyl mercury (MM) in rain water using cold vapour atomic absorption spectrometry. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, **326**: 510-516.
- BALDI F., RENZONI A. (1978) - Mercurio totale in pesci marini pelagici. *Atti III Cong. A.I.O.L.*: 351-354.
- BALDI F., RENZONI A., BERNHARD M. (1979) - Mercury concentrations in pelagic fishes (anchovy, mackerel and sardine) from the Italian coasts and Strait of Gibraltar. *IV Journées Etud. Pollutions, Antalya, C.I.E.S.M.*: 251-254.
- BERNHARD M., RENZONI A. (1977) - Mercury concentrations in Mediterranean organisms and their environment. Natural or anthropogenic origin. *Thal. Jugos.*, 265-300.
- CAPELLI R., FEZIA C., FRANCHI A., ZANICCHI G. (1979) - Extraction of methylmercury from fish and its determination by atomic absorption spectroscopy. *Analyst*, **104**: 1197-1200.
- CAPELLI R., MINGANTI V., BERNHARD M. (1987) - Total mercury, organic mercury, copper, manganese, selenium, and zinc in *Sarda sarda* from the Gulf of Genova. *Science of the Total Environment*, **63**: 83-99.
- CIUSA W., GIACCIO M., DI DONATO F., LUCIANETTI L. (1973) - Il contenuto in rame, zinco, cadmio, mercurio e piombo di alcune specie ittiche del Mar Tirreno. *Quad. di Merceol.*, **12**: 33-48.
- FIORENTI G. (1978) - Il contenuto in oligoelementi dei ricci di mare. *Riv. Merceol.*, **17**, III.
- G.U.R.I. (1993) - Norme sanitarie applicabili alla produzione e commercializzazione dei prodotti ittici. D.L. 30 dicembre 1992, n° 531.
- G.U.C.E. (2002) - Contaminanti nei prodotti ittici. 7/02/2002, L377/4.
- HOLSBECK L., DAS H.K., JOIRIS C.R. (1997) - Mercury speciation and accumulation in Bangladesh freshwater and anadromous fish. *Science of the Total Environment*, **198**: 201-210.
- LANSENS P., LEERMAKERS M., BAEYENS W. (1991) - Determination of methylmercury in fish by headspace-gas chromatography with microwave-induced-plasma detection. *Water Air Soil Pollut.*, **56**: 103-115.
- JOIRIS C.R., ALI I.B., HOLSBECK H., KANUYA-KINOKTI M., TEKELE-MICHAEL Y. (1997) - Total and organic mercury in Greenland and Barents seas demersal fish. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **58**: 101-107.
- JOIRIS C.R., HOLSBECK L., MOATEMRI N.L. (1999) - Total and methylmercury in sardines *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* from Tunisia. *Mar. Poll.*, **38**: 188-192.
- THIBAUD Y., NOEL J. (1989) - *Evaluation des teneurs en mercure, méthylmercure et sélénium dans les poissons et coquillages des côtes françaises de la Méditerranée*. Final Report, Ifremer, Nantes, France.
- UNEP (1986) - Baseline studies and monitoring of metals, particularly mercury and cadmium in marine organisms. (MED-POL II). *MAP Tech. Reports Ser.*, 2, Atene: 220 pp.

A. BONANNO, G. BASILONE, V. PALUMBO\*, S. GONCHAROV, L. ROLLANDI,  
S. ARONICA, A. DI NIERI, P. SPOSITO

IAMC-CNR, Sezione di Mazara, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
angelo.bonanno@irma.pa.cnr.it

\*ISMAR-CNR, Sezione di Pesca Marittima, Ancona, Italia.

## CATTURA ACCIDENTALE DI DENTICE CORAZZIERE (*DENTEX GIBBOSUS*) NELLO STRETTO DI SICILIA

### *BY-CATCH OF PINK DENTEX (DENTEX GIBBOSUS) IN THE STRAIT OF SICILY*

#### **Abstract**

*One of the control catches, carried out on board the R/V Dallaporta during the acoustic survey "Ancheva 2003" on the continental shelf along the southern coast of Sicily, was mainly constituted by 86 specimen of Pink dentex, Dentex gibbosus (Rafinesque, 1810) (Osteichthyes, Sparidae). This is considered to be an occasional species in Italian waters and in literature there is no evidence of catches with a similar number of specimens. In this paper the length frequency distribution of caught Pink dentex and the estimates of some geometrical and acoustical parameters of the detected schools are presented.*

**Key-words:** sound measurement, Dentex gibbosus, Strait of Sicily, by catch.

#### **Introduzione**

Il dentice corazziere è uno sparide bentopelagico, che vive in prossimità di fondali rocciosi o sabbiosi frammisti a roccia, a profondità che vanno da 20 a 220 m, in grado di raggiungere dimensioni ragguardevoli negli stadi adulti (Bauchot, 1987). Le catture della suddetta specie risultano sporadiche ed accidentali lungo le coste del bacino Mediterraneo (Bauchot, 1987); catture più ragguardevoli si registrano lungo le coste atlantiche spagnole (Silva *et al.*, 2002) e presso le isole Canarie (Pajuelo e Lorenzo, 1995, 2000), soprattutto da parte della pesca artigianale costiera con l'impiego di reti da posta, lenze a mano e palangari fissi di fondo.

Vista l'importanza commerciale del dentice corazziere e le tendenze internazionali, che considerano questa specie un potenziale candidato per la diversificazione in acquacoltura (Fernandez-Palacios *et al.*, 1994), è di particolare interesse poter incrementare le frammentarie e scarse conoscenze sulla biologia ed ecologia di questo teleosteo.

#### **Materiali e metodi**

La campagna di ricerca "Ancheva 2003" è stata svolta a bordo della N/O "G. Dallaporta" nel periodo 23 giugno-02 luglio 2003. Obiettivo principale della campagna era quello di eseguire uno studio interdisciplinare per stimare abbondanza e distribuzione di piccoli pelagici sulla piattaforma meridionale della Sicilia, da Marsala a Capo Passero e oltre, su un'area totale di circa 2700 nmi<sup>2</sup>. Lungo transetti perpendicolari alla costa sono stati acquisiti dati acustici relativi all'intera colonna d'acqua mentre in 26 stazioni sono stati effettuati campionamenti biologici con rete pelagica di tipo "Volante Monobarca", dotata di sistema acustico Kongsberg Simrad ITI per il controllo della geometria della rete. Nel corso di tale

survey sono stati accidentalmente catturati 86 esemplari di dentice corazziere in corrispondenza di una cala della durata di 30', effettuata il giorno 26 giugno 2003 alle ore 19.00. In tale occasione la rete ha lavorato alla profondità media di 95 m su un fondale di circa 98 m e la temperatura dello strato campionato era di 16.5 °C.

Per ciascuno degli individui di dentice corazziere sono stati rilevati a bordo la lunghezza totale (LT) e la lunghezza alla forca (LF), con l'utilizzo di un metro a nastro rigido avente precisione  $\pm 1$  mm, e il peso totale (PT) con l'impiego di una stadera con precisione di  $\pm 100$  g. Per un sottocampione di 14 esemplari sono stati, inoltre, determinati sesso, peso della gonade (PG) e stadio di maturità (Tab. 1) attraverso l'osservazione macroscopica della gonade e l'impiego della scala di maturità a 4 stadi (Anonimo, 1998).

Tab. 1 - Dati morfogravimetrici e gonadici del sub-campione di Dentice corazziere.

*Morpho-gravimetric and gonadic data set of the Pink dentex sub-sample.*

| LT (cm) | PT (kg) | PG (g) | Sesso | Maturità |
|---------|---------|--------|-------|----------|
| 82      | 12.0    | 1200   | M     | 3        |
| 84      | 12.2    | 800    | M     | 3        |
| 95      | 17.0    | 1950   | F     | 3        |
| 86      | 12.0    | 1280   | M     | 3        |
| 94      | 14.3    | 1660   | M     | 3        |
| 84      | 13.0    | 1280   | M     | 3        |
| 82      | 12.5    | 1280   | M     | 3        |
| 87      | 14.2    | 660    | F     | 3        |
| 88      | 16.0    | 1900   | M     | 3        |
| 75      | 8.3     | 580    | F     | 3        |
| 90      | 15.5    | 1350   | M     | 3        |
| 92      | 14.0    | 1080   | M     | 3        |
| 84      | 12.5    | 1420   | F     | 3        |
| 85      | 12.8    | 1120   | F     | 3        |

Le stime di distribuzione ed abbondanza della biomassa di piccoli pelagici sono state effettuate con l'impiego di un echo-sounder EK500 della Simrad con trasduttori montati a scafo e frequenze di lavoro di 38 kHz (split beam), 120 kHz (split beam) e 200 kHz (single beam). Tale strumentazione è stata utilizzata sia lungo i transetti acustici e sia durante le fasi del campionamento biologico con rete pelagica. L'analisi dei dati acustici, acquisiti nel corso della cala oggetto del presente lavoro, ha permesso di stimare alcuni parametri acustici (Sv, volume backscattering strength) e geometrici necessari alla stima della biomassa di dentice corazziere. Per la stima di  $Sv_{mean}$  e dei parametri geometrici (lunghezza e altezza) di due school individuate è stato impiegato il software di post-processing EchoView.

La dipendenza tra la densità di volume dei pesci ( $\rho$ , pesci/m<sup>3</sup>) e il volume equivalente di backscattering (Sv, dB) è dato da  $Sv = 10 \cdot \log_{10}(\rho) + TS$  (Johannesson e Mitson, 1983), dove TS (dB) è il target strength medio del pesce. Da tale relazione si ottiene:

$$\rho = 10^{(Sv-TS)/10}$$

Dal momento che non è stata ancora stimata una relazione TS vs. lunghezza per il dentice corazziere, si è scelto di impiegare una formula generale per i fisco-clisti (Foote, 1997):

$$TS = 20 * \text{Log}_{10} L(\text{cm}) - 67.5$$

Tale formula ha validità per pesci appartenenti al range di taglia 10-100 cm.

Per le stime di biomassa sono stati utilizzati i valori  $Sv_{\text{mean}}$  e  $TS_{\text{mean}}$ . Inoltre, per il calcolo del volume delle aggregazioni di dentice corazziere si è scelto di rappresentare ciascuna school con un solido avente forma simile. La stima del volume della prima delle due aggregazioni individuate è stata effettuata utilizzando la formula del volume del cilindro:  $V = \pi * r^2 * h$ , in cui  $r$  (m) è la semilunghezza della school e  $h$  è l'altezza (m) della stessa.

Per la seconda aggregazione si è scelto di considerare il volume totale come risultante dalla sovrapposizione di due figure solide: un cilindro ed un cono aventi il medesimo raggio di base. Per cui

$$V_{\text{school}} = V_{\text{cilindro}} + V_{\text{cono}} = \pi * r^2 * h_{\text{cilindro}} + 1/3 * \pi * r^2 * h_{\text{cono}}$$

## Risultati

La lunghezza totale e la lunghezza alla forca di ogni individuo sono risultate comprese rispettivamente nel range di 76-111 cm e 70-102 cm, mentre i pesi totali sono variati da un minimo di 7 kg a un massimo di 20 kg.

La distribuzione in classi di lunghezza (Fig. 1) evidenzia una moda a 100 cm. Questo dato appare particolarmente interessante, in quanto la taglia massima di cattura di *D. gibbosus* segnalata in Mar Mediterraneo è 100 cm e le taglie di cattura più frequenti sono comprese tra 50 e 75 cm (Bauchot, 1987).

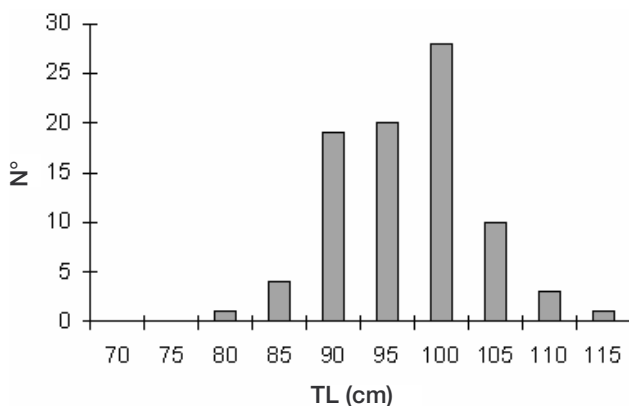


Fig. 1 - Istogramma delle classi di lunghezza relativo alle due school di Dentice corazziere.  
Histogram of length classes for the two Pink dentex schools.

I valori della media (LT=94.6 cm; PT=13 kg) e della mediana (LT=95 cm; PT=13 kg) delle variabili lunghezza e peso hanno evidenziato la presenza di individui adulti, probabilmente di età avanzata, in quanto la taglia di prima maturità sessuale si registra a circa 50 cm LT (Bauchot, 1987). Per tale specie proterandrica

si può ipotizzare sia la mancata inversione sessuale da parte di alcuni esemplari, sia eventuali fenomeni di re-inversione; infatti il subcampione, costituito da individui con LT compresa tra 75 e 95 cm, era composto da 9 esemplari maschi e 5 femmine.

L'analisi degli ecogrammi acquisiti ha evidenziato due aggregazioni (school) di dentice corazziere in corrispondenza del fondo (Fig. 2). L'altezza della prima school era 8 m e la lunghezza nel range 30-40 m e, di conseguenza, il volume equivalente era compreso tra 5652 m<sup>3</sup> e 10048 m<sup>3</sup>. L'impiego dei valori medi di lunghezza (94.6 cm) e peso (13 kg) dei *D. gibbosus* catturati ha permesso di ottenere un  $TS_{mean} = -27.98$  dB. Per tale aggregazione il software di post-processing ha permesso di valutare  $Sv_{max} = -23.77$  dB ed  $Sv_{mean} = -41.22$  dB, cui corrisponde una densità  $\rho = 0.05$  pesci/m<sup>3</sup>. La biomassa stimata all'interno della prima school è dunque compresa tra 3674 e 6531 kg.

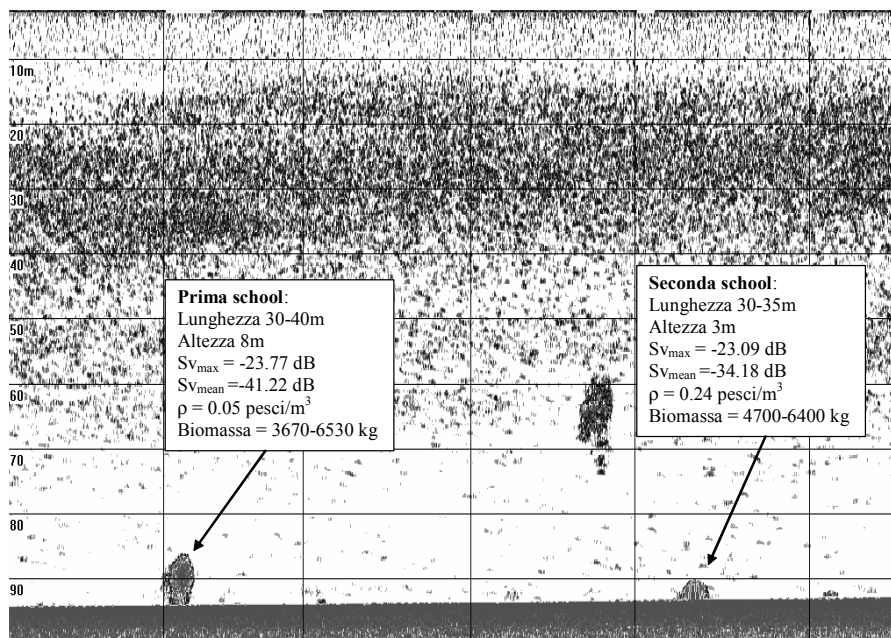


Fig. 2 - Ecogramma relativo alle due schools di Dentice corazziere.  
*Echogram of the two Pink dentex schools.*

Per quanto riguarda la seconda school, la densità di volume misurata era certamente maggiore dal momento che il segnale acustico riflesso aveva un livello più elevato.

La lunghezza della seconda school era nel range 30-35 m con un'altezza di 3 m.

Inoltre, l'echo-sounder ha stimato  $Sv_{mean} = -34.18$  dB e  $Sv_{max} = -23.09$  dB. Da tali valori risulta una densità  $\rho = 0.24$  pesci/m<sup>3</sup>.



Per il calcolo del volume della school si è scelto di considerare il volume totale come risultante dalla sovrapposizione di un cilindro con raggio nel range 15-17.5 m e altezza 1.7 m e di un cono con raggio nel range 15-17.5 m e altezza 1.3 m. Da tali valori si è calcolato un volume della school nel range 1507-2052 m<sup>3</sup>. Di conseguenza, la biomassa della seconda school era compresa tra 4700 e 6400 kg.

## Conclusioni

Nel presente lavoro si intende sottolineare l'eccezionalità di questa cattura non solo in termini di quantità e di dimensione degli individui pescati, ma anche in relazione all'attrezzo impiegato. Infatti, il target della rete sperimentale (Volante Monobarca) utilizzata, concepita per la cattura di piccoli pelagici, è costituito da specie ittiche di piccole dimensioni e la sua capacità catturante non risulta essere particolarmente elevata. Infatti, tale attrezzo da pesca sperimentale è stato ideato e realizzato per la cattura di campioni biologici contenuti in quantità, con il solo obiettivo di caratterizzare il popolamento ittico.

Le cause che possono aver determinato la straordinaria cattura di 86 individui adulti di dentice corazziere sono ragionevolmente connesse sia alla particolare fase del ciclo biologico che gli individui pescati stavano attraversando, sia alle particolari condizioni ambientali della zona. Infatti, l'analisi macroscopica delle gonadi, effettuata su 14 esemplari, ha rivelato la piena maturità per entrambi i sessi, condizione che permette di supporre che gli 86 esemplari accidentalmente catturati fossero parte di una più vasta e tipica aggregazione riproduttiva.

## Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare tutto il personale della N/O "G. Dallaporta" che ha partecipato con grande attenzione a tutte le fasi del survey acustico.

## Bibliografia

- ANONIMO (1998) – MEDITS. Manuel des protocoles. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 515-572.
- BAUCHOT M.L. (1987) - Family Sparidae. In: *Fiches FAO d'identification Des Espèces Pour les Besoins de la Pêche. Mediterranee et Mer Noire Zone de Pêche*, **37**: 1356 pp.
- FERNANDEZ-PALACIOS H., MONTERO D., SOCORRO J., IZQUIERDO S., VERGARA J.M. (1994) - First studies on spawning, embryonic and larval development of *Dentex gibbosus* (Rafinesque, 1810) (Osteichthyes, Sparidae) under controlled conditions. *Aquaculture*, **122**: 63-73.
- FOOTE K.G. (1997) - Target strength of fish. In: Crocker M.J. (ed), *Encyclopaedia of Acoustics*. John Wiley & Sons, Inc.: 493-499.
- JOHANNESSON K.A., MITSON R.B. (1983) - *A practical manual for aquatic biomass estimation*. FAO Fish. Tech. Pap., **240**: 72 pp.
- PAJUELO J.G., LORENZO J.M. (1995) - Biological parameters reflecting the current state of the exploited pink dentex *Dentex gibbosus* (Pisces: Sparidae) population off the Canary Islands. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **16**: 311-319.
- PAJUELO J.G., LORENZO J.M. (2000) - Reproduction, age, growth and mortality of axillary seabream, *Pagellus acarne* (Sparidae), from the Canarian archipelago. *J. Appl. Ichthyol.*, **16**: 41-47.
- SILVA L., GIL J., SOBRINO I. (2002) - Definition of fleet components in the Spanish artisanal fishery of the Gulf of Cadiz (SW Spain ICES division IXa). *Fish. Res.*, **59**: 117-128.

L. BONO, S. DE RANIERI<sup>1</sup>, O. FABIANI<sup>2</sup>, C. LENZI<sup>2</sup>, C. MANCUSI<sup>1</sup>, F. SERENA

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,  
Via Marradi, 114 – 57126 Livorno, Italia.

bonoluisella@yahoo.it

<sup>1</sup>CIBM, Livorno, Italia.

<sup>2</sup>Dip. Scienze Produzione Animale, Facoltà di Veterinaria, Università di Pisa, Pisa, Italia.

## STUDIO DELL'ACCRESIMENTO DI *RAJA ASTERIAS* DELAROCHE, 1809 (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) ATTRAVERSO L'ANALISI DELLE VERTEBRE

### *STUDY ON THE GROWTH OF RAJA ASTERIAS DELAROCHE, 1809 (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) THROUGH THE ANALYSIS OF THE VERTEBRAL SECTIONS*

#### **Abstract**

*The study of the growth of Raja asterias (Chondrichthyes, Rajidae) has been conducted by the means of direct and indirect methods. The estimation of the growth parameters through size frequency analysis and the model of Von Bertalanffy was performed. The results have been compared with the data proceeding from the direct reading of the vertebral thin sections, conducted on 250 vertebrae, that have substantially confirmed the results of the indirect evaluation. The scanning electronic microscope allowed to underline the presence of an opaque zone of winter growth (with presence of condrocytic lacunas) and a summer translucent one (showing multiple lacunas). Also the ray X diffractometry and the vertebral chemical analysis were performed.*

**Key-words:** *Raja asterias, growth, South Ligurian Sea.*

#### **Introduzione**

*Raja asterias* è una specie costiera e bentonica, presente lungo tutte le coste del Mar Mediterraneo (Fischer *et al.*, 1987; Relini *et al.*, 2000). Vive su fondi mobili, sabbiosi, fangosi e detritici fino ad una profondità di circa 150 metri, benché alcuni esemplari più grandi possano spingersi anche a profondità maggiori (Relini *et al.*, 2000). Esiste una relazione diretta tra le dimensioni degli individui e la profondità: le forme giovanili frequentano i bassi fondali (7-10 m), mentre gli adulti guadagnano progressivamente profondità sempre maggiori (Abella *et al.*, 1997; Serena e Abella *et al.*, 1999; Catalano *et al.*, 2003). Questa specie raggiunge una lunghezza massima di 80 cm ma le informazioni sul suo accrescimento sono ancora incomplete in quanto relative prevalentemente a esemplari delle prime classi di età (Abella *et al.*, 1997; Serena e Abella, 1999). In questo studio si vuole evidenziare l'aiuto fornito dalla lettura degli anelli di accrescimento in vertebre di *R. asterias*, nel tentativo di validare la curva di crescita, ottenuta con metodi di scomposizione delle distribuzioni di lunghezza-frequenza nelle loro componenti normali.

#### **Materiali e metodi**

Gli esemplari esaminati provengono da diverse attività di ricerca: dal campionamento delle catture mensili commerciali della marineria viareggina, che opera prevalentemente nella zona tra Viareggio e la foce del Fiume Arno, all'interno



dei 50-100 m di profondità; dalle campagne di pesca scientifica GRUND (Relini, 1998) e MEDITS (Bertrand *et al.*, 1997); da un progetto ministeriale per la valutazione dello stock di *Aphia minuta* (Abella *et al.*, 1997) e da un programma di marcatura e ricattura RAJATAG (Catalano *et al.*, 2003).

Il metodo diretto per la stima della crescita di *R. asterias* prevede la lettura degli anelli di accrescimento evidenziabili all'interno del corpo vertebrale.

Su tutti gli individui catturati è stato rilevato il dato morfometrico più significativo, la lunghezza totale (LT, cm). Su un campione di 250 individui sono state prelevate le vertebre addominali, ripulite e pesate, poi incluse in resina Implex e con il microtomo sono state fatte delle sezioni sottili di 180-200 micron. Le sezioni sottili sono state sottoposte a diversi trattamenti per mettere in evidenza gli anelli di accrescimento e per verificare quale fosse la tecnica che dava la maggior percentuale di preparati leggibili: nitrato di cobalto al 2, 4 e 5% con solfuro d'ammonio 1% (Hoening e Brown, 1988; Du Buit e Maheux, 1986), nitrato d'argento 1% unito al tiosolfato di sodio al 5%, trattamento di Dahl all'alizarina S al 2% (Mazzi, 1977). Su altre sezioni sottili, opportunamente decalcificate, sono poi state sperimentate diverse colorazioni per mettere in evidenza le diverse aree cartilaginee della vertebra di *R. asterias*, come: ematossilina-eosina, blu di metilene-blu di toluidina, nitrato d'argento ed ematossilina-eosina, acido periodico di Schiff (PAS).

L'analisi diffrattometrica dei cristalli di solfato di calcio idrato (ottenuti per reazione dei depositi calcici della vertebra con acido solforico al 5%) ha permesso di individuare i minerali che costituiscono il corpo vertebrale. Infine è stata anche fatta un'analisi chimica che ha permesso di ottenere il rapporto Ca/P nelle vertebre. Per il calcio è stato utilizzato il metodo complessometrico mediante titolazione con l'acido etilendiamminotetracetico (EDTA), operando le opportune diluizioni ed aggiustamenti di pH per rientrare nel range di operatività del metodo; si è ottenuta in questo modo la percentuale di calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Per il fosforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) è stato utilizzato il metodo spettrofotometrico al blu di molibdeno.

Con l'uso del programma di elaborazione FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996) sono stati stimati i parametri di crescita per questa specie; in particolare è stata eseguita la scomposizione delle distribuzioni di lunghezza nelle componenti normali con il metodo di Bathacharya. Alle lunghezze medie sono state attribuite le età relative e la curva è stata ottimizzata su tali valori con il metodo dei minimi quadrati. La lettura degli anelli di accrescimento nelle sezioni sottili delle vertebre ha permesso quindi di convalidare la stima dell'età relativa attribuita alle lunghezze medie nel processo di analisi delle distribuzioni di lunghezza-frequenza e la relativa curva di crescita, interpolata secondo il modello di Von Bertalanffy.

## Risultati

Delle 250 vertebre preparate per la lettura solo 140 (il 56%) sono risultate interpretabili per la stima dell'età. A questo scopo la tecnica con nitrato d'argento (1%) e tiosolfato di sodio (5%) è stata quella che ha dato i migliori risultati, fornendo l'80% di preparati leggibili.

Le diverse colorazioni istologiche delle sezioni sottili hanno evidenziato differenti tessuti cartilaginei nella vertebra di *R. asterias*: fibrocartilagine, cartilagine articolare, cartilagine di accrescimento e cartilagine mineralizzata. Questi tessuti hanno una localizzazione particolare all'interno del corpo vertebrale, evidenziabili nella sua sezione trasversale. La sezione longitudinale della vertebra mostra

invece l'alternanza di una banda opaca ed una ialina costituite essenzialmente da cartilagine mineralizzata (fosfato di calcio). Con la microscopia a scansione è stato possibile individuare la diversità strutturale fra queste due bande. Entrambe sono caratterizzate da lacune condrocitiche ma di diverso tipo ed estensione.

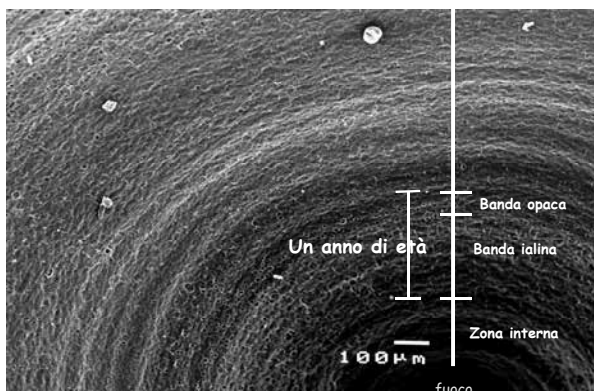


Fig. 1 - Vertebra di *Raja asterias* al microscopio a scansione elettronica.

*R. asterias vertebral view to the scanning electronic microscope.*

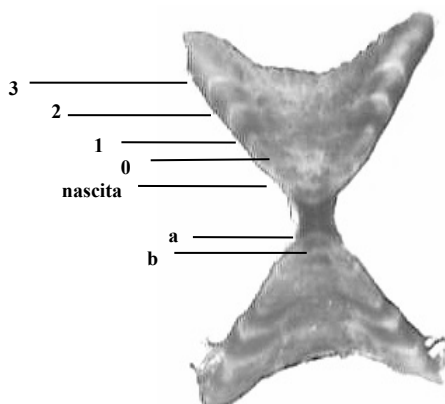


Fig. 2 - Sezione longitudinale della vertebra di *Raja asterias* in cui sono ben evidenti le bande ialine e opache. a,b = segni prenatali.

*Longitudinal section of the R. asterias vertebra; in evidence the presence of the opaque and translucent rings; a,b = prenatal marks.*

La banda ialina, più chiara, che si forma nel periodo estivo, è costituita da lacune condrocitiche mutiple e molto ampie. Al contrario la banda opaca, che si forma in inverno, è caratterizzata da lacune condrocitiche singole e più piccole (Fig. 1). All'alternarsi di una banda ialina e di una opaca si attribuisce un significato annuale e ciò consente di "leggere" l'età dell'individuo (Fig. 2). Alcuni autori (Casey *et al.*, 1985) hanno evidenziato la presenza di segni più deboli, definiti

come pause o segni prenatali, sulle vertebre di alcuni pesci cartilaginei. Questi possono essere identificati anche sulla vertebra di *R. asterias* (Fig. 2).

L'analisi diffrattometrica delle vertebre ha rivelato la presenza del 75% di idrossiapatite,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ , e il 25% di carbonato-apatite,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{CO}_3)$ , mentre l'analisi chimica ha evidenziato il 14,3% di  $\text{Ca}^{2+}$  e il 14,8% di  $\text{PO}_4^{3-}$ . Il rapporto Ca/P risulta quindi pari a 2,973 in *R. asterias* mentre negli squaliformi lo stesso rapporto è uguale a 1,52 (Urist, 1961).

Utilizzando il modello di Von Bertalanffy sulle coppie lunghezze medie-età sono stati stimati i parameri di crescita:  $L_\infty = 67,45$ ,  $K = 0,454$  e  $t_0 = -0,23$ .

Tab. 1 - Corrispondenza tra età e LT (cm) media derivata secondo il modello di Von Bertalanffy in *Raja asterias*.

*Relationship between mean TL (cm) and age for R. asterias obtained with the Von Bertalanffy model.*

| Età (anni)            |                  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Presente studio       | ♀ e ♂<br>LT (cm) | 10,0 | 30,0 | 45,0 | 52,0 | 61,0 | 63,0 | 68,0 |
| Serena e Abella, 1999 | ♀<br>LT (cm)     |      | 25,6 | 42,5 | 53,8 | 61,3 | 66,2 | 69,5 |
|                       | ♂<br>LT (cm)     |      | 24,9 | 41,2 | 51,9 | 59,0 | 63,6 | 66,7 |

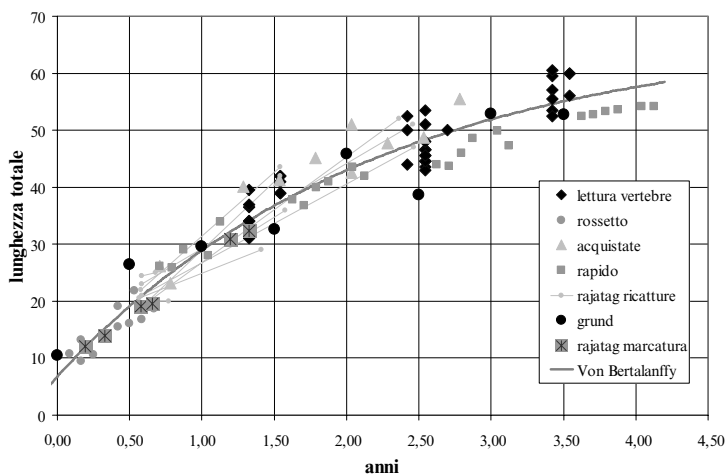


Fig. 3 - Curva di crescita di *Raja asterias* stimata secondo il modello di Von Bertalanffy (i diversi simboli indicano che i campioni utilizzati per le stime sono stati ottenuti in differenti programmi di ricerca/raccolta dati). Le linee che congiungono alcuni punti rappresentano i dati di cattura e ricattura del progetto RAJA TAG.

*The growth curve with the Von Bertalanffy equation (the different symbols show different research program or data collection). The lines between the dots represent the capture/recapture data from the RAJA TAG project.*

## Conclusioni

I parametri di crescita ottenuti secondo il modello di Von Bertalanffy concordano sostanzialmente con quelli calcolati da Serena e Abella (1999) su un campione di esemplari immaturi (Tab. 1). Questa stima è stata poi confrontata con i risultati ottenuti dalla lettura degli anelli di accrescimento nelle sezioni sottili che hanno convalidato i risultati della valutazione indiretta (Fig. 3). Non è stato possibile interpolare la curva di Von Bertalanffy con la sola lettura dell'età nelle vertebre in quanto è risultato molto difficile leggere le vertebre degli individui di età inferiore ad un anno. Considerando che nel lavoro precedente (Serena e Abella, 1999) non è stata riscontrata una significativa differenza di crescita tra maschi e femmine, e dato il limitato numero di individui disponibili, si è preferito stimare un'unica curva di Von Bertalanffy utilizzando insieme tutta l'informazione disponibile di entrambi i sessi. Le diverse tecniche di colorazione citate in bibliografia, applicate alle vertebre con lo scopo di mettere in evidenza gli anelli di accrescimento, sono state modificate e personalizzate per ottenere una migliore risoluzione della lettura. In particolare la tecnica con nitrato d'argento e tiosolfato di sodio è quella che ha fornito i migliori risultati.

## Bibliografia

- ABELLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZARETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLANI A., ZUCCHI A. (1997) – Reclutamento di forme giovanili nella fascia costiera toscana. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 172-181.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPA-CONSTANTINOU C., RELINI G., SUPLET A. (1997) – An international bottom trawl survey in the Mediterranean. The Medits program 1997. *ICES Annual Science Conference. CM 1997/Y*, 03: 1-16.
- CASEY J.G., PRATT H.L., STILLWELL C.E. (1985) – Age and growth of the Sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the western North Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 963-975.
- CATALANO B., MANCUSI C., CLÒ S., DALÙ M., SERENA F., VACCHI M. (2003) – Marcatura e rilascio di esemplari giovanili di razza stellata *Raja asterias* nelle acque toscane: risultati preliminari e prospettive di lavoro. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 789-791.
- DU BUIT M.H., MAHEUX F. (1986) – Une technique de lecture d'âge des rais. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **48**: 85-88.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) – Fiches FAO d'identification des espèces pour le besoins de la pêche (Rev. 1). *Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés*. Rome, FAO: 761-1530.
- GAYANILO F.C.JR., SPARRE P., PAULY D. (1996) – The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) users' guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)* Rome, **8**: 126 pp.
- HOENING J.M., BROWN C.A. (1988) – A simple technique for staining growth bands in elasmobranch vertebrae. *Bull. mar. Sci.*, **42**: 334-337.
- MAZZI V. (1977) – *Manuale di tecniche istologiche e istochimiche*. Piccin Editore, Padova.
- RELINI G. (1998) – Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.
- RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. (2000) – I Selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 347-384.
- SERENA F., ABELLA A. (1999) – *Raja asterias*. In: Relini G., Bertrand J., Zamboni A. (eds), Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 82-86.
- URIST M.R. (1961) – Calcium and phosphorus in the blood and skeleton of the elasmobranchs. *Endocrinology*, **69**: 778-801.

S. CABIDDU, M.C. FOLLESA, D. CUCCU, C. PORCU, A. CAU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari,  
Viale Poetto, 1 – 09126 Cagliari, Italia.  
cabiddus@unica.it

## DIETA DI *CHLOROPHTHALMUS AGASSIZI* BONAPARTE, 1840 NEL MEDITERRANEO CENTRO-OCCIDENTALE

### *DIET OF CHLOROPHTHALMUS AGASSIZI BONAPARTE, 1840 IN THE CENTRAL-WESTERN MEDITERRANEAN*

#### **Abstract**

*Feeding habits of Chlorophthalmus agassizi (Osteichthyes, Chlorophthalmidae) related to size and seasons were investigated. The diet consisted largely of crustaceans euphausiids and copepods. Individual size was the main factor influencing the nature and the quantity of prey ingested: smaller specimens' stomachs contained a greater number of copepods, while euphausiids were more abundant in the stomachs of larger specimens.*

**Key-words:** *Chlorophthalmus agassizi, feeding behaviour, Mediterranean Sea.*

#### **Introduzione**

Le conoscenze sull'etologia trofica di *Chlorophthalmus agassizi*, unico clorofthalmide del Mediterraneo finora noto, sono limitate, nonostante presenti una distribuzione geografica piuttosto ampia e risulti abbondante nei mari italiani (Relini *et al.*, 1999). In questa nota vengono analizzate, pertanto, le abitudini alimentari di questa specie.

#### **Materiali e metodi**

Lo studio è stato condotto su un campione di 563 individui pescati durante campagne sperimentali di pesca a strascico condotte negli anni 2002-2003 nei mari circostanti la Sardegna e integrato con individui provenienti da campionamenti mensili, nei mesi non coperti da tali campagne, effettuati *ad hoc* per la specie in esame.

Gli esemplari campionati sono stati misurati (Lunghezza Totale, Peso Totale) e di ogni esemplare è stato immediatamente conservato lo stomaco in formaldeide neutralizzata al 6% in acqua di mare.

Le singole prede sono state esaminate allo stereomicroscopio (ingrandimento variabile da 7× a 30×), determinate sino al livello tassonomico più basso possibile e pesate quando si sono presentate perfettamente integre (peso umido previo assorbimento dell'eccesso di liquido su carta da filtro con una precisione di 0,001 g). A causa dell'elevato grado di digestione alcune prede sono state attribuite ai gruppi sistemaci principali identificati mediante osservazione di strutture anatomiche dure (otoliti, vertebre e squame nei teleostei; carapace, telson e occhi nei crostacei; conchiglia nei gasteropodi thecosomata e becco nei cefalopodi). Il peso medio degli individui integri di ogni specie rinvenuta è stato attribuito agli esemplari per i quali l'elevato grado di digestione ha impedito di ottenere tale misura. Il contributo delle differenti categorie di prede nella dieta è stato stimato

utilizzando gli indici alimentari di frequenza percentuale ( $F = \text{numero stomaci contenenti una data preda} / \text{numero stomaci pieni} \times 100$ ), abbondanza percentuale ( $C_n = \text{numero individui di una data preda} / \text{numero totale di prede} \times 100$ ), biomassa ( $W = \text{peso (g) di una data preda} / \text{peso totale (g) prede} \times 100$ ), importanza relativa ( $I.R.I. = (C_n + W)F$ ) (Pinkas *et al.*, 1971) e vacuità ( $C_v = \text{numero stomaci vuoti} / \text{numero stomaci esaminati} \times 100$ ). Per evidenziare eventuali variazioni per taglia e stagionali nell'uso delle risorse alimentari, sono state condotte cluster analysis e non-metric multidimensional scaling sui valori medi trasformati (square root transformation) delle abbondanze in numero delle prede per ogni nuova variabile formata da uno stesso numero di individui scelti casualmente per ogni classe di taglia (classi da 1 cm di LT) e stagione, utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis (Field *et al.*, 1982) e il metodo di unione della media non pesata dei gruppi. Per analizzare le differenze tra i gruppi è stato utilizzato il test ANOSIM (ANalysis Of SIMilarity, Clarke, 1993).

È stata, inoltre, calcolata l'ampiezza della dieta usando l'indice standardizzato di Levin (B) (Hurlbert, 1978; Krebs, 1989).

Il coefficiente di vacuità, il numero di esemplari esaminati, l'intervallo batimetrico, la taglia minima e massima, la taglia media e la relativa Deviazione Standard (DS) degli esemplari campionati sono riportati in Tab. 1.

Tab. 1 - Caratteristiche del campione esaminato e relativo coefficiente di vacuità ( $C_v$ ).

*Characteristics of examined sample and vacuity coefficient ( $C_v$ ).*

| N.<br>ESEMPLARI<br>ESAMINATI | PROF.<br>(m) | LT (cm)  |        |       | $C_v$ |
|------------------------------|--------------|----------|--------|-------|-------|
|                              |              | min-max  | media  | DS    |       |
| 563                          | 270-490      | 6,6-19,4 | 12,407 | 2,553 | 28,24 |

## Risultati

In totale sono state identificate 2490 prede appartenenti a 5 gruppi sistematici principali (crostacei, teleostei, molluschi, tunicati e policheti). I crostacei ( $F=82,43$ ;  $C_n=84,39$ ;  $W=46,24$ ;  $I.R.I.=10767,59$ ) rappresentano la frazione principale della dieta, mentre i teleostei ( $F=32,18$ ;  $C_n=7,5$ ;  $W=43,86$ ;  $I.R.I.=1652,87$ ) assumono un'importanza secondaria. Tunicati ( $F=14,85$ ;  $C_n=5,46$ ;  $W=5,76$ ;  $I.R.I.=166,6$ ), molluschi ( $F=11,14$ ;  $C_n=2,57$ ;  $W=4,07$ ;  $I.R.I.=73,9$ ) e policheti ( $F=0,25$ ;  $C_n=0,08$ ;  $W=0,02$ ;  $I.R.I.=0,02$ ) appaiono solo occasionalmente. Tra i crostacei gli ordini più predati sono rappresentati da eufausiacei ( $F=40,35$ ;  $C_n=22,87$ ;  $W=39,01$ ;  $I.R.I.=2496,80$ ) e copepodi ( $F=29,70$ ;  $C_n=49,80$ ;  $W=1,25$ ;  $I.R.I.=1516,32$ ).

L'ampiezza della dieta, calcolata attraverso l'indice di Levin (B), è risultata di 0,219.

I crostacei rappresentano sempre le prede preferenziali, anche se, durante lo sviluppo ontogenico e nel corso delle stagioni, variano le proporzioni degli ordini predati. Si osserva, infatti, una graduale diminuzione nel consumo dei copepodi e un aumento del consumo di eufausiacei durante l'accrescimento e nel passaggio dalla stagione invernale a quella estiva.

Tab. 2 - Composizione della dieta di *Chlorophthalmus agassizi* e relativi indici alimentari (F = frequenza percentuale; Cn = abbondanza percentuale; W = percentuale in peso; I.R.I. = indice di importanza relativa).

*Diet composition of Chlorophthalmus agassizi and food indexes (F = percentage frequency of occurrence; Cn = percentage numerical abundance W = percentage biomass composition; I.R.I. = Importance Relative Index).*

| <b>PREDATOR</b>              | <b>F</b> | <b>Cn</b> | <b>W</b> | <b>I.R.I.</b> |
|------------------------------|----------|-----------|----------|---------------|
| <b>CRUSTACEA</b>             | 82,43    | 84,39     | 46,24    | 10767,59      |
| non identificati             | 21,29    | 4,82      | 1,80     | 140,79        |
| DECAPODA                     | 0,50     | 0,08      | 0,16     | 0,12          |
| Sergestidae                  | 0,50     | 0,08      | 0,16     | 0,12          |
| <b>EUPHAUSIACEA</b>          | 40,35    | 22,87     | 39,01    | 2496,80       |
| non identificati             | 31,68    | 15,41     | 25,58    | 1298,77       |
| <i>Euphausia krohni</i>      | 5,94     | 2,21      | 3,99     | 36,82         |
| <i>Euphausia</i> sp.         | 1,24     | 0,48      | 2,38     | 3,54          |
| <i>Thysanoessa gregaria</i>  | 2,48     | 4,70      | 6,99     | 28,92         |
| <i>Nematoscelis megalops</i> | 0,25     | 0,04      | 0,02     | 0,02          |
| <i>tylocheiron</i> sp.       | 0,25     | 0,04      | 0,04     | 0,02          |
| <b>AMPHIPODA</b>             | 12,38    | 3,13      | 0,48     | 44,72         |
| non identificati             | 6,19     | 1,20      | 0,05     | 7,73          |
| Hyperiidea                   | 5,20     | 1,40      | 0,26     | 8,67          |
| Gammaridea                   | 1,24     | 0,52      | 0,17     | 0,86          |
| <i>Scina crassicornis</i>    | 0,74     | 0,44      | 0,16     | 0,45          |
| <b>COPEPODA Calanoida</b>    | 29,70    | 49,80     | 1,25     | 1516,32       |
| non identificati             | 29,70    | 45,59     | 1,08     | 1386,21       |
| <i>Pleuromamma</i> sp.       | 5,94     | 4,17      | 0,16     | 25,74         |
| <i>Scolecitrix danae</i>     | 0,25     | 0,04      | 0,01     | 0,01          |
| <b>ISOPODA</b>               | 2,23     | 0,44      | 0,05     | 1,09          |
| <b>MYSIDIACEA</b>            | 7,67     | 2,57      | 3,48     | 46,41         |
| <b>OSTRACODA</b>             | 0,25     | 0,04      | 0,00     | 0,01          |
| Stadi Larvali                | 3,47     | 0,64      | 0,02     | 2,28          |
| <b>TELEOSTEA</b>             | 32,18    | 7,5       | 43,86    | 1652,87       |
| non identificati             | 26,24    | 5,06      | 37,37    | 1113,28       |
| <i>Cyclothone braueri</i>    | 4,95     | 2,05      | 2,53     | 22,65         |
| <i>Vinciguerria</i> sp.      | 0,99     | 0,24      | 0,67     | 0,90          |
| Mictophidae                  | 0,99     | 0,16      | 3,29     | 3,41          |
| <i>Electrona risoi</i>       | 0,25     | 0,04      | 0,89     | 0,23          |
| <i>Benthoosema glaciale</i>  | 0,50     | 0,08      | 1,41     | 0,74          |
| <b>MOLLUSCA</b>              | 11,14    | 2,57      | 4,07     | 73,9          |
| <b>GASTROPODA</b>            | 10,64    | 2,49      | 2,50     | 53,08         |
| Thecosomata                  | 1,73     | 0,28      | 0,29     | 0,99          |
| <i>Clio pyramidata</i>       | 1,73     | 0,28      | 0,29     | 0,99          |
| Gymnosomata                  |          |           |          |               |
| Pneumodermatidae             | 8,91     | 2,21      | 2,13     | 38,68         |
| <b>CEPHALOPODA</b>           | 0,50     | 0,08      | 1,57     | 0,82          |
| Sepiolidae                   | 0,25     | 0,04      | 0,78     | 0,20          |
| <b>TUNICATA</b>              | 14,85    | 5,46      | 5,76     | 166,6         |
| <b>THALIACEA</b>             | 14,85    | 5,46      | 5,76     | 166,60        |
| <i>Pyrosoma atlanticum</i>   | 14,85    | 5,46      | 5,76     | 166,60        |
| <b>POLYCHAETA</b>            | 0,25     | 0,08      | 0,02     | 0,02          |



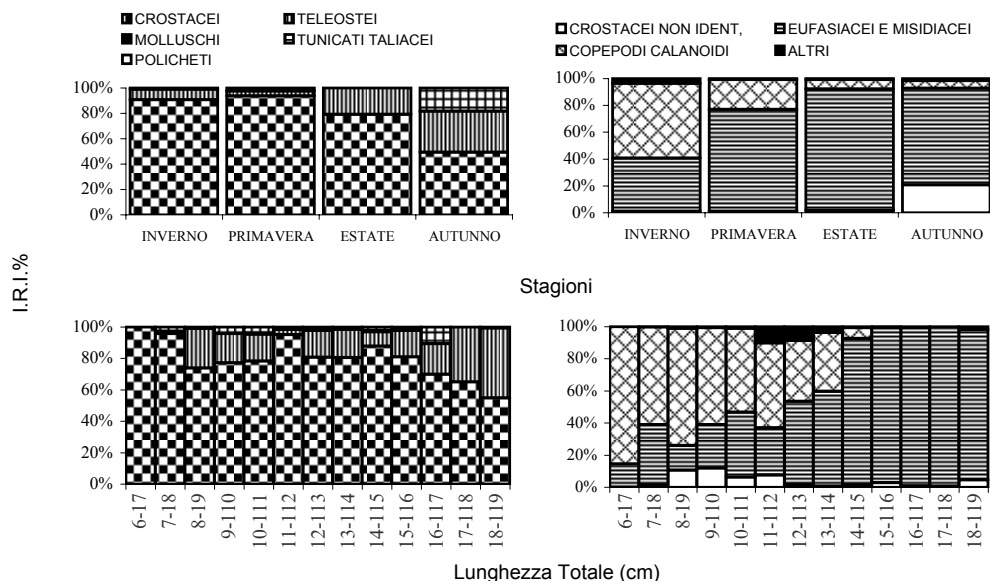


Fig. 1 - Indice di importanza relativa (IRI) per *Chlorophthalmus agassizi*.  
*Index of Relative Importance (IRI) for Chlorophthalmus agassizi.*

L'analisi gerarchica non mostra differenze legate alla stagione di campionamento, mentre rivela l'esistenza di classi alimentari taglia-specifiche, individuando due gruppi principali al livello di dissimilarità di 0,4 dell'indice di Bray-Curtis. Il primo gruppo (II) è costituito dalle classi di taglia più piccole (da 7-8, a 14-15 cm di LT), mentre le classi di taglia più grandi (da 15-16 a 18-19 cm di LT) si

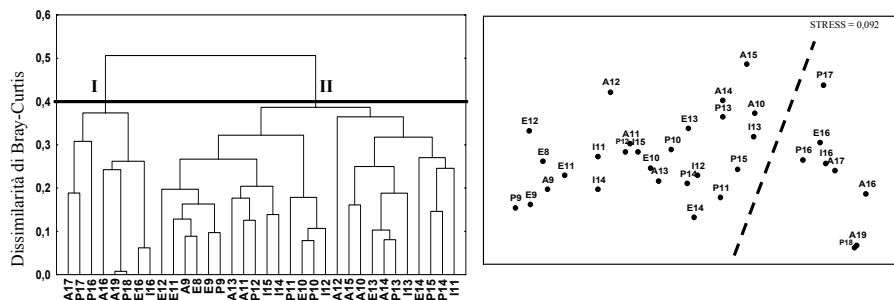


Fig. 2 - Classificazione e ordinamento per classi di taglia e stagioni delle abbondanze delle prede nella dieta di *Chlorophthalmus agassizi*.

(I = inverno, P = primavera, E = estate, A = autunno; 8 = 7-8, 9 = 8-9 ecc.)

*Classification and ordination of prey abundances in the diet of Chlorophthalmus agassizi according to size classes and seasons.*

(I = winter, P = spring, E = summer, A = autumn; 8 = 7-8, 9 = 8-9 etc.)



riuniscono a formare un secondo gruppo (I). Il test ANOSIM ( $R=0,652$ ,  $p=0,1\%$ ) conferma la dissimilarità tra questi gruppi. L'MDS-map permette di evidenziare una gradualità nella variazione per taglia della dieta con un valore di stress (0,092) accettabilmente basso ad indicare una buona rappresentazione grafica della matrice delle distanze.

## Conclusioni

L'analisi dei contenuti stomacali ha rivelato che la specie è zoofaga e si alimenta soprattutto di piccoli invertebrati bento-pelagici, in particolare crostacei eufausiacei e copepodi calanoidi. *C. agassizi* sfrutta uno stretto range di categorie di prede, risultando un predatore specialista.

L'andamento della composizione della dieta nelle differenti classi di taglia rivela che la specie modifica le abitudini alimentari durante la crescita e le stagioni variando le proporzioni delle categorie predate e in particolare dei diversi ordini di crostacei.

La taglia individuale risulta il principale fattore che determina la scelta delle prede ingerite, nonostante il comportamento alimentare di questa specie sia influenzato, anche se in misura minore, dai ritmi stagionali, in relazione probabilmente alla differente disponibilità delle risorse.

## Bibliografia

- CLARKE K.R. (1993) - Non parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, **18**: 117-143.
- FIELD J.G., CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1982) - A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 37-52.
- HURLBERT S.H. (1978) - The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, **59**: 67-77.
- KREBS C.J. (1989) - *Ecological Methodology*. Harper and Row, New York: 654 pp.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON I.L.K. (1971) - Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, **152**: 1-105.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 165-168.

M. CAMILLERI, S. RAGONESE\*, M. DARMANIN, B. ROSSO

Malta Centre for Fisheries Sciences, Fort San Lucian, Marsaxlokk, Malta.  
matthew.camilleri@gov.mt

\*MaLiRA Group, IRMA-CNR, Mazara del Vallo (TP), Italy.

## THE DISCOVERY OF A SPECIMEN OF *LOBOTES SURINAMENSIS* OFF THE MALTESE ISLANDS (CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

### *RINVENIMENTO DI UN ESEMPLARE DI LOBOTES SURINAMENSIS NELLE ACQUE MALTESI*

#### **Abstract**

*Lobotes surinamensis*, Bloch, 1790 (Lobotidae), is an epi-pelagic species occurring in tropical and sub tropical waters of all oceans. It is quoted in the Mediterranean checklists, but only recently it was recorded in the Strait of Sicily. In the present paper the catch of one specimen of *L. surinamensis*, of 373 mm total length (TL), fished with a drifting long line in Maltese waters in October 1998, is reported. Morphometric measurements were taken and found to be consistent with those reported in literature.

**Key-words:** *Lobotes surinamensis*, Malta, Central Mediterranean Sea.

#### **Introduction**

The Atlantic tripletail, *Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790), is an epi-pelagic species occurring in tropical and sub tropical waters of all oceans (Froese and Pauly, 2003) (Fig. 1). Its maximum total length is about 1000 mm. It is generally found under floating objects (Heemstra, 1986; Massuti and Morales Nin, 1999). With the exception of the Adriatic, it is the only valid Atlantic-Mediterranean species of Lobotidae in the Mediterranean Sea (Fredj and Maurin, 1987).



Fig. 1 - Distribution of *Lobotes surinamensis* based on records (from Froese and Pauly, 2003).  
*Distribuzione di Lobotes surinamensis sulla base delle segnalazioni (da Froese and Pauly, 2003).*

Nowadays it is normally quoted in the Mediterranean checklists without any specific comment (Golani, 1996; Quignard and Tomasini, 2000). In the Strait of Sicily, documented records of this species have been reported only recently from the Gulf of Gabes in Tunisia (Bradai, 2000). In this paper, the first finding of *Lobotes surinamensis* off the island of Malta, in the Central Mediterranean Sea is reported.

## Materials and methods

In October 1998, 45 miles south of Malta (35°04'N; 14°33'E), a specimen of triptail was caught by fishermen using a surface drifting long-line targeting swordfish. In the laboratory, the fish was measured to the nearest mm and the most relevant meristic counts were recorded. Using a metre rule, all lengths were measured parallel to the longitudinal axis of the body, while depths were measured perpendicular to this axis. Taxonomic identification was based on Heemstra (1986). The specimen was preserved as a whole (sex was not determined), mounted and photographed.

## Results

The specimen, of 373 mm total length, had the typical adult appearance (Fig. 2): small mouth, short snout, slight toothed pre-operculum, dark brown above, silvery grey below, pectorals pale yellow, rounded caudal fin with yellow margin (Heemstra, 1986; Froese and Pauly, 2003). All counts were consistent with those reported in literature (Tortonese, 1975; Heemstra, 1986; Bauchot, 1987; Froese and Pauly, 2003). The measures and counts of morphometric and meristic characteristics are presented in Tab. 1.

Tab. 1 - Morphometric measurements and meristic counts of the specimen of *Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790) of 373 mm total length (TL), caught off Maltese waters (Central Mediterranean Sea).

*Misure morfometriche e conteggi dei principali caratteri meristici rilevati sull'esemplare di Lobotes surinamensis catturato al largo delle isole Maltesi.*

| Measures (mm) or count         | Absolute | %TL  | Measures (mm) or count   | Absolute | %TL  |
|--------------------------------|----------|------|--------------------------|----------|------|
| Body height                    | 135      | 36.2 | Body depth               | 53       | 14.2 |
| Head length                    | 100      | 26.8 | Dorsal fin rays          | XI - 15  | -    |
| Preorbital space               | 21       | 5.6  | Dorsal fin height        | 72       | 19.3 |
| Postorbital space              | 65       | 17.4 | Dorsal fin base length   | 195      | 52.3 |
| Higher jaw length              | 30       | 8.0  | Pectoral fin rays        | 15       | -    |
| Lower jaw length               | 32       | 8.6  | Pectoral length          | 52       | 13.9 |
| Interorbital space             | 34       | 9.1  | Pectoral fin base length | 17       | 4.5  |
| Horizontal eye diameter        | 11       | 2.9  | Pelvic fin rays          | I - 5    | -    |
| Vertical eye diameter          | 10       | 2.7  | Pelvic fin length        | 70       | 18.8 |
| Anus - snout tip space         | 150      | 40.2 | Anal fin rays            | III - 11 | -    |
| Dorsal fin - snout tip space   | 68       | 18.2 | Anal fin length          | 54       | 14.5 |
| Anal fin - snout tip space     | 250      | 67.0 | Anal fin base length     | 68       | 18.2 |
| Pectoral fin - snout tip space | 99       | 29.2 | Caudal fin rays          | 17       | -    |
| Pelvic fin - snout tip space   | 109      | 29.2 | Caudal fin length        | 55       | 14.7 |



Fig. 2 - The specimen of *Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790) of 373 mm total length (TL), caught off the Maltese waters.

*L'esemplare di Lobotes surinamensis catturato al largo delle isole Maltesi.*

## Conclusions

The Atlantic tripletail is generally reported as an incidental catch, rare or localised in restricted areas of the Eastern (Rhodes, Hellenic, Lebanese and Turkish waters) and Central (Sicilian and Calabrian waters) Mediterranean (Tortonese, 1975). In contrast, it is considered absent from Italian waters, with the exception of a Sicilian specimen (caught nearby Palermo, north coasts of Sicily, according to a fisherman's anecdote) in 1874, as described by Doderlein (Bini, 1970; Sarà and Sarà, 1990).

In the Strait of Sicily, the scientific documentations about this species began to pile up only recently. In fact, the capture of tripletail specimens was documented in 1998 and 1999-2000 off the Maltese Islands (present note) and in the Gulf of Gabes (Bradai, 2000), respectively. For the Tunisian waters, in particular, the 4 measured specimens ranged between 162 and 550 mm (TL).

Referring to other Mediterranean zones, even in recent literature and in spite of an increasing interest in the fauna associated with floating objects, the species is reported occasionally, e.g. only one specimen (400 mm; TL) was recorded off Majorca (Massutí and Reñones, 1994). Furthermore, in spite of the large quantity of "Kannizzati" (FAD consisting of a float attached to palm fronds and anchored to the bottom with a heavy stone) regularly placed all around the Maltese Islands, only a couple of specimens of tripletail have since been reported (but unfortunately no records were kept).

Further evidence on the rarity, at least before 1998-2000, of the tripletail is confirmed by the fact that no specimens have been detected during a four-years survey around an offshore buoy moored in 2500 metres of water, 30 nautical miles south of the Ligurian coast (Relini *et al.*, 1994). This may also suggest that the species is totally absent from Ligurian waters and its distribution is limited to a latitude further south.

In conclusion, the findings of *Lobotes surinamensis* and the reports from fishermen suggest an increasing abundance of this species at least in the Strait of Sicily.

## References

- BAUCHOT M.L. (1987) - *Poissons osseux*. In: Fischer W., Bauchot M.L. and Schneider M. (eds), *Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37*. Vol. II. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome: 891-1421.
- BINI G. (1970) - *Atlante dei pesci delle coste italiane*. Mondo Sommerso Editrice, **3**: 103-104.
- BRADAI M.N. (2000) - *Diversité du peuplement ichtyque et contribution à la connaissance des paradis du golfe de Gabès*. Theses de Doctorat D'Etat Es-Sciences Naturelles. INSTM, Tunisia (CD ROM).
- FREDJ G., MAURIN C. (1987) - Les poissons dans la banque de données MEDI-FAUNE. Application à l'étude des caractéristiques de la faune ichthyologique méditerranéenne. *Cybium*, **11**: 217-299.
- FROESE R., PAULY D. (eds) (2003) - *FishBase. World Wide Web electronic publication*.
- GOLANI D. (1996) - The marine Ichthyofauna of the Eastern Levant - History, Inventory and Characterisation. *Is. Jour. Zoo.*, **42**: 15-55.
- HEEMSTRA P.C. (1986) - *Lobotidae*. In: Smith M.M., Heemstra P.C. (eds), *Smiths' sea fishes*. Springer-Verlag, Berlin: 621-622.
- MASSUTÍ E., MORALES NIN B. (eds) (1999) - *Biology and Fishery of Dolphinfish and related species*. *Sci. Mar.*, **63** (3-4): 181-475.
- MASSUTÍ E., REÑONES O. (1994) - Observaciones sobre la comunidad de peces pelágicos asociados a objetos flotantes en aguas oceánicas de Mallorca. *Bol. Inst. Esp. Oceanograf.*, **10** (1): 81-93.
- QUIGNARD J.P., TOMASINI J.A. (2000) - Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 1-66.
- RELINI M., RELINI ORSI L., RELINI G. (1994) - An offshore buoy as a FAD in the Mediterranean. *Bull. Mar. Sci.*, **55** (2-3): 1099-1105.
- SARÀ R., SARÀ M. (1990) - La collezione ittologica Doderlein del museo di Zoologia di Palermo. *Museol. Sci.*, **6**: 1-23.
- TORTONESE E. (1975) - *Osteichthyes (Pesci ossei)*, Parte seconda. Fauna d'Italia, Edizioni Calderini, Bologna: 636 pp.

D. CAPUA, P. SARTOR<sup>1</sup>, A. VOLIANI<sup>2</sup>, A. ZUCCHI<sup>2</sup>

Vicolo delle Guglie, 7 - 57125 Livorno, Italia.  
chqlca@tin.it.

<sup>1</sup>Centro Interuniversitario di Biologia Marina e Ecologia Applicata, Livorno, Italia.

<sup>2</sup>ARPAT-Area Mare, Livorno, Italia.

DOCUMENTAZIONE SULLA DEPOSIZIONE E SVILUPPO  
EMBRIONALE DI *ALLOTEUTHIS MEDIA* (L., 1758)  
(CEPHALOPODA, LOLIGINIDAE) NELLA FASCIA COSTIERA  
DEL MAR LIGURE ORIENTALE

*EGG DEPOSITION AND EMBRYONIC DEVELOPMENT OF  
ALLOTEUTHIS MEDIA (L., 1758)  
(CEPHALOPODA, LOLIGINIDAE) IN THE COASTAL AREA  
OF THE EASTERN LIGURIAN SEA*

**Abstract**

*Material belonging to an egg deposition of Alloteuthis media (L., 1758) (Cephalopoda, Loliginidae) was collected in April 1995 during an experimental survey in the coastal area of the eastern Ligurian Sea. Several well preserved soft and gelatinous sheaths, containing ovigerous masses and different embryonic forms, were gathered. At least four embryonic stages were identified and the most important morphological characters of each of them were described.*

**Key-words:** cephalopods, biology, embryology, Mediterranean Sea.

**Introduzione**

*Alloteuthis media* è una specie nectobentonica, diffusa in tutto il Mediterraneo, che si riproduce tutto l'anno anche se con picchi stagionali (Auteri *et al.*, 1987; Relini *et al.*, 1999). Le uova, incapsulate in involucri gelatinosi, vengono deposte attaccate a substrati rigidi sul fondo.

Nel corso di una campagna di pesca sperimentale per la cattura del rossetto, *Aphia minuta* (De Buen, 1931), è stato raccolto del materiale ascrivibile ad una deposizione del cefalopode loliginide *A. media* (L., 1758). Le informazioni su deposizione e sviluppo embrionale di *Alloteuthis*, diversamente da altri cefalopodi, sono ancora scarse e frammentarie. Lo scopo di questa segnalazione è pertanto quello di incrementare le conoscenze sulla biologia di questa specie; notizie preliminari su questo materiale sono disponibili in Capua (2004).

**Materiali e metodi**

Il ritrovamento è avvenuto il 12 aprile 1995, nel tratto di mare compreso tra Viareggio e la foce del Fiume Serchio, ad una profondità di circa 45 m, nel corso di una campagna di pesca a strascico con rete a sacchi sovrapposti, il più esterno dei quali con maglie fini, per la cattura del rossetto.

Gli organismi raccolti sono stati fissati in formalina tamponata al 4%. Le analisi morfologiche per l'identificazione del materiale sono state effettuate con stereomicroscopio da dissezione, con l'ausilio di testi specializzati sullo sviluppo

embrionale dei cefalopodi (Jatta, 1896; Naef, 1923; Arnold, 1965; Boletzky, 1987; Sweeney *et al.*, 1992; Blackburn *et al.*, 1998; Barón, 2002). L'assegnazione degli stadi di sviluppo alle uova ed agli embrioni è stata effettuata consultando le scale di Arnold (1965), per *Loligo pealii*, e di Barón (2002), per *Loligo gahi*.

E' stata prodotta un'ampia documentazione fotografica, sia degli ammassi ovigeri che delle uova e degli embrioni, che attualmente si trovano conservati presso i laboratori Arpat-Area mare di Livorno.

## Risultati

Il materiale si presentava sotto forma di diverse capsule ovigere, di consistenza gelatinosa e molto delicate, in buono stato di conservazione, delle dimensioni di 5-6 cm di lunghezza per 1,5-2 cm di diametro (Fig. 1A), morfologicamente molto simili a quelle descritte da Jatta (1896) per *Alloteuthis media*. All'interno di ogni singola capsula era individuabile, già ad un primo esame, la presenza di uova di circa 2 mm di diametro (Fig. 1B), disposte in file giustapposte; molte di esse erano riconducibili agli stadi di sviluppo 10-11, secondo la scala di Arnold (1965). L'esame più approfondito del materiale ha rivelato la presenza di numerose forme embrionali (Fig. 1C-D-E). Le caratteristiche morfologiche degli embrioni e delle capsule ovigere hanno portato ad attribuire il materiale ritrovato ad un cefalopode loliginide. Ulteriori analisi, soprattutto le comparazioni delle uova e delle forme embrionali con i disegni di Jatta (1896), hanno ulteriormente corroborato l'attribuzione del materiale alla specie *A. media*.

E' stato possibile identificare almeno altri 3 stadi di sviluppo embrionale, prendendo come riferimento i testi di Arnold (1965) e Barón (2002). In Fig. 1C è mostrata una forma embrionale (lunghezza totale circa 2,5 mm), ancora racchiusa dentro l'uovo, in cui predomina ancora il sacco vitellino esterno e sono presenti solo degli abbozzi di braccia, mantello, sifone e occhi (stadio 23-24 di Arnold). La Fig. 1D mostra un embrione nello stadio 29 di Arnold (lunghezza del mantello 2,4 mm) con braccia, mantello ed organi interni che hanno raggiunto un maggior grado di differenziazione; è ancora presente il sacco vitellino esterno ed è visibile l'organo di Hoyle, struttura atta ad agevolare l'uscita dell'embrione dall'uovo. La Fig. 1E mostra un embrione in fase ancora più avanzata (lunghezza del mantello 2,5 mm, stadio 30 di Arnold; stadio 29+ secondo Barón), dove non è più presente il sacco vitellino esterno ed i cromatofori raggiungono un maggior grado di differenziazione.

## Conclusioni

Le forme embrionali dei loliginidi sono morfologicamente molto simili, soprattutto quelle delle due specie del genere *Alloteuthis*, *A. media* ed *A. subulata*. L'attribuzione del materiale ritrovato ad *A. media*, oltre che dalle analisi morfologiche, è stata confermata anche da valutazioni su periodo, zona e profondità del ritrovamento. Nell'area di studio *A. media*, rispetto alla specie congenerica *A. subulata* è nettamente più abbondante e presenta un picco riproduttivo (Auteri *et al.*, 1987) che coincide con quello del ritrovamento delle uova e degli embrioni documentato in questo lavoro.



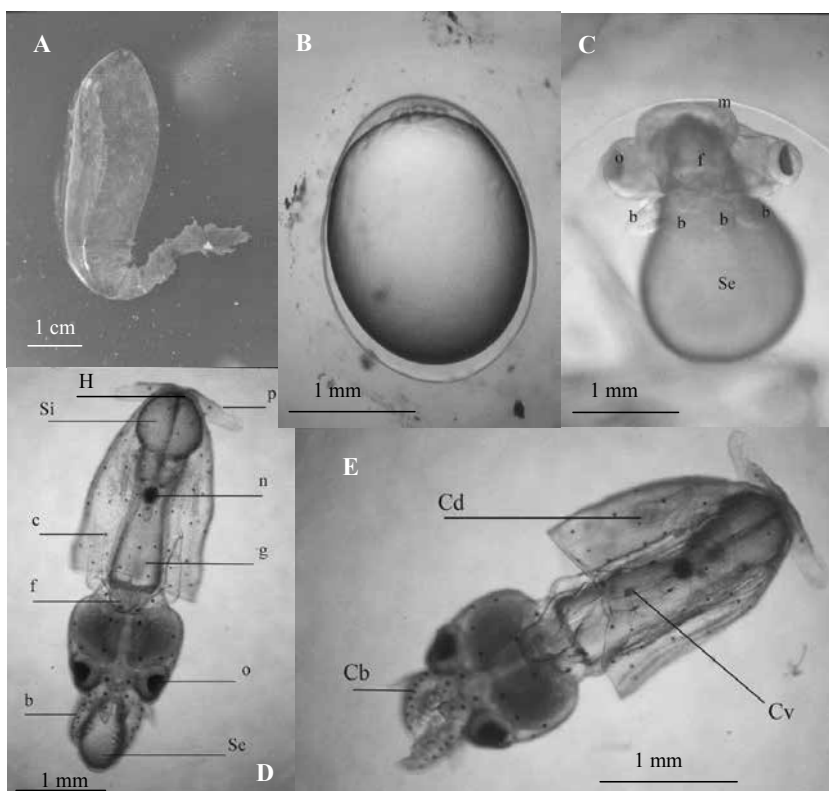


Fig. 1 - *A. media*: materiale esaminato.

A: ammasso ovigero ("nidamento"); si possono distinguere file di uova immerse nella matrice gelatinosa e l'apparato basale per l'ancoraggio al substrato.

B: primo piano di un uovo (stadio 10-11 di Arnold); è visibile il blastoderma in formazione al polo germinativo dell'uovo fecondato.

C: forma embrionale ancora racchiusa dentro l'uovo (stadio 23-24 di Arnold). b: braccia; f: sifone; m: mantello; o: occhio; Se: sacco vitellino esterno.

D: embrione (stadio 29 di Arnold). b: braccia; c: cromatoforo; f: sifone; g: ghiandola digestiva; H: organo di Hoyle; n: sacca del nero; o: occhio; p: pinna; Se: sacco vitellino esterno; Si: sacco vitellino interno.

E: embrione (stadio 30 di Arnold o stadio 29+ di Barón); Cb: cromatofori brachiali marroni; Cd: cromatofori dorsali arancio; Cv: cromatofori ventrali rossi.

*A. media*: material examined.

A: Ovigerous mass ("nidament"); several rows of eggs are recognizable in the gelatinous matrix, as well as the apparatus for the adhesion to the substratum.

B: detail of an egg (stage 10-11 of Arnold); the blastoderm is recognizable at the germinative pole.

C: embryonic form still enclosed into the egg (stage 23-24 of Arnold); b: arms; f: funnel; m: mantle; o: eye; Se: external yolk sac.

D: embryo (stage 29 of Arnold); b: arms; c: chromatophore; f: funnel; g: digestive gland; H: Hoyle organ; n: ink sac; o: eye; p: fin; Se: external yolk sac; Si: internal yolk sac.

E: embryo (stage 30 of Arnold or stage 29+ of Barón); Cb: brown brachial chromatophores; Cd: orange dorsal chromatophores; Cv: red ventral chromatophores.



**Bibliografia**

- ARNOLD J.M. (1965) - Normal embryonic stages of the squid, *Loligo pealii* (Lesueur). *Biol. Bull.*, **128**: 24-32.
- AUTERI R., MANNINI P., VOLPI C. (1987) - Biological parameters estimation of *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) (Cephalopoda, Loliginidae) sampled off Tuscany coast. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, **8**: 119-129.
- BARÓN P.J. (2002) - Embryonic development of *Loligo gahi* and modeling of hatching frequency distributions in Patagonia. *Bull. Mar. Sci.*, **7** (1): 165-173.
- BLACKBURN S., SAWER H.H., LIPINSKI M.R. (1998) - The embryonic development of the chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orbigny, 1845. *The Veliger*, **41** (3): 249-258.
- BOLETZKY S.V. (1987) - Juvenile behaviour. In: P.R. Boyle (ed), *Cephalopod life cycles*, Academic Press, London, **2**: 45-60.
- CAPUA D. (2004) - *I cefalopodi delle coste e dell'arcipelago Toscano. Sistematica, anatomia, fisiologia e sfruttamento delle specie presenti nel Mediterraneo*. Evolver Ed., Roma: 364 pp.
- JATTA G. (1896) - I cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. *Fauna und flora Golf Neapel*, **23** XI: 268 pp + 31 Tav.
- NAEF A. (1923) - Die Cephalopoden. *Fauna Flora Golf Neapel*, **35** (1): 863 pp.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) - Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 868 pp.
- SWEENEY M.J., ROPER C.F.E., MANGOLD K.M., CLARKE M.R., BOLETZKY S.V. (1992) - "Larval" and juvenile cephalopods. A manual for their identification. *Smiths. Contr. Zool.*, **513**: 282 pp.

P. CARBONARA, R. ZUPA, M.T. SPEDICATO

COISPA Tecnologia & Ricerca, Via dei Trulli, 18-20 - 70045 Torre a Mare (BA), Italia.  
carbonara@coispa.it

## RINVENIMENTO DI UNA FEMMINA IN DEPOSIZIONE DI *LOPHIUS BUDEGASSA* SPINOLA, 1807 NEL GOLFO DI SALERNO

### *OCCURRENCE OF A SPAWNING FEMALE OF LOPHIUS BUDEGASSA SPINOLA, 1807 IN THE SALERNO GULF*

#### **Abstract**

*Records of spawning monkfish along the Italian coasts are very scant. In the Central-Southern Tyrrhenian Sea a spawning female of *Lophius budegassa* (Osteichthyes, Lophiiformes) 59 cm total length and 3916 g total weight was caught on January 2002. Gonads weighed 1176 g and the estimated potential annual fecundity was 54057 oocytes $\times$ kg<sup>-1</sup>. The fish was aged 10 years by reading thin (0,5 mm) section of illicium (first ray of first dorsal fin). Maturation pattern is discussed using data from trawl surveys (Medit, 1994-2002).*

**Key-words:** *Lophius budegassa*, sexual maturity, fecundity, age.

#### **Introduzione**

*Lophius budegassa* è specie ad ampia distribuzione batimetrica, diffusa in tutto il Mediterraneo e nella parte orientale dell'Atlantico, dalle isole Britanniche al Senegal (70-1000 m; Duarte *et al.*, 2001). Nonostante sia un teleosteo di considerevole valore commerciale per la pesca a strascico, le informazioni sul suo ciclo vitale sono molto scarse, soprattutto per il Mediterraneo (Ungaro *et al.*, 2002).

Questo lavoro intende fornire un contributo alle conoscenze degli aspetti riguardanti la biologia riproduttiva di questa specie, utilizzando i dati relativi al rinvenimento di una femmina in deposizione nel Golfo di Salerno e le informazioni raccolte durante le campagne di pesca sperimentali Medits (Bertrand *et al.*, 2000), svolte nel Tirreno Centro Meridionale dal 1994 al 2002.

#### **Materiali e metodi**

Sull'esemplare maturo, catturato con rete a strascico e congelato, sono stati successivamente rilevati in laboratorio: la lunghezza totale (cm), il peso totale (g), il peso delle gonadi (g), l'indice gonado-somatico (peso gonade/peso totale $\times$ 100), lo stadio di maturità delle gonadi (scala a 4 stadi; Anonimo, 1998) e la fecondità. Mediante centrifugazione in una soluzione satura di sodio EDTA (Quincoces *et al.*, 2001) di un campione di 8,34 g di gonade, gli oociti sono stati separati dalla matrice mucosa e la fecondità è stata stimata rapportandola al peso totale della gonade.

Al fine della determinazione dell'età, per questa specie, le sezioni dell'*illicium* (primo raggio modificato della pinna dorsale) sono considerate più leggibili di altre strutture ossee (Duarte *et al.*, 1997). Sono state, quindi, preparate sezioni sottili (0,5 mm) dell'*illicium* dopo inclusione in resina epossidica. Per la lettura e l'interpretazione in termini di età, sono stati seguiti i metodi ed i criteri riportati in EFAN Report 2 (AA.VV., 2000), attribuendo pertanto significato annuale

all'alternarsi di una banda ialina ed una banda opaca (osservazione in luce trasmessa).

Inoltre, sono riportate la distribuzione di lunghezza-frequenza di tutti gli individui catturati, dal 1994 al 2002, durante lo svolgimento delle campagne Medits nell'area del Tirreno Centro-Meridionale (limiti geografici: Fiume Garigliano-Capo Suvero; 10-800 m di profondità; area totale: 12999 km<sup>2</sup>) e la distribuzione percentuale, in quattro stadi di maturità, delle femmine e dei maschi (Anonimo, 1998).

## Risultati

L'esemplare, catturato nel Golfo di Salerno in gennaio 2002, misurava 59 cm di lunghezza totale e 3916 g di peso totale, con un peso delle gonadi ed un indice gonado-somatico pari rispettivamente a 1176 g e 30. Le gonadi occupavano quasi la totalità della cavità addominale, apparivano di colore rosso-arancio ed erano caratterizzate da estesa vascolarizzazione. Gli oociti presentavano un'unica goccia oleosa, erano idratati ed avvolti in una matrice mucosa, pari a circa il 70% dell'intera gonade. Il diametro era compreso tra 0,529 e 0,598 mm, mentre il diametro della goccia oleosa era compreso tra 0,161 e 0,184 mm. La fecondità totale è stata stimata pari a 211687 e la fecondità potenziale annua pari a 54057 oociti per kg di femmina matura.

La lettura delle sezioni sottili (0,5 mm) di *illicium* (Fig. 1) ha permesso di assegnare a questo esemplare un'età di circa 10 anni.

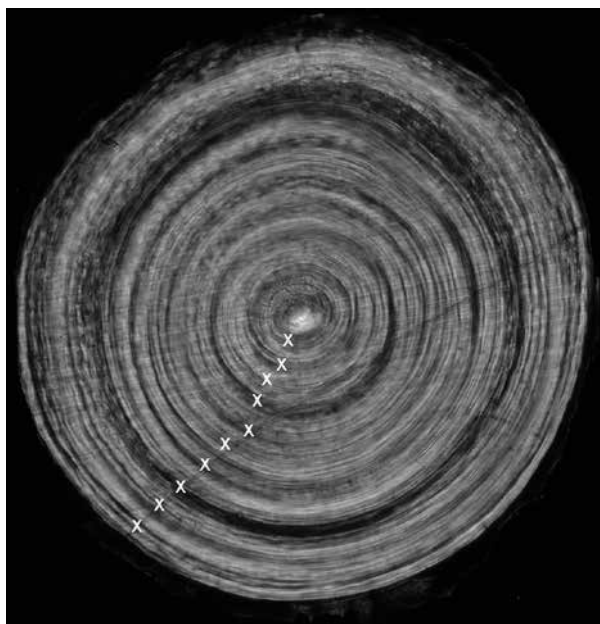


Fig. 1 - Sezione di *illicium* di *L. budegassa* (femmina, 59 cm di lunghezza totale). Le "X" indicano gli *annuli* identificati.

*Illicium section of L. budegassa, (female, 59 cm total length). Marks indicate the identified annuli.*

La distribuzione di lunghezza-frequenza (Fig. 2), relativa all'insieme degli individui catturati in 9 anni (totale 140 esemplari; intervallo di taglia 6-66 cm), mostra un andamento polimodale, con una consistente presenza di giovani ed un maggior numero di maschi (sex ratio=0,37). La specie è complessivamente poco abbondante e gli individui oltre 38 cm di lunghezza totale sono rari. Prevalgono generalmente soggetti immaturi (Fig. 3), tuttavia è possibile evidenziare che, fra i maschi, vi è una certa frequenza dei diversi stadi maturativi nel periodo di campionamento (maggio-luglio). Compaiono, infatti, esemplari in stadio 3 (maturi), completamente assenti fra le femmine.

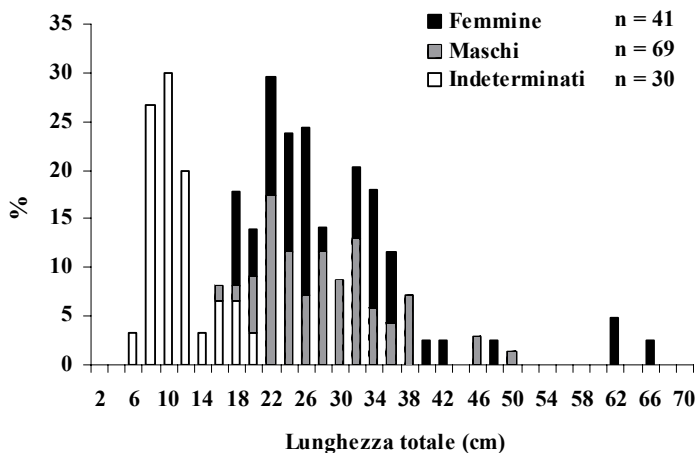


Fig. 2 - Distribuzione di lunghezza-frequenza degli individui di *L. budegassa* catturati durante campagne di pesca a strascico sperimentali (Meditis, 1994-2002).

*Length frequency distribution of L. budegassa from trawl surveys (Meditis, 1994-2002).*

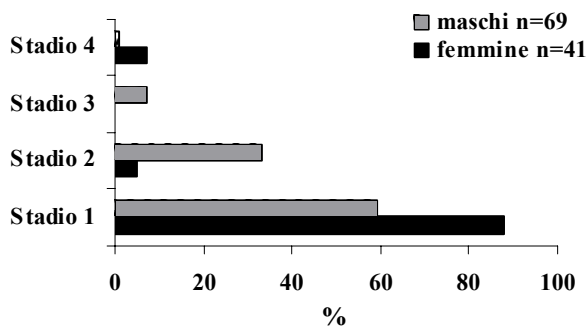


Fig. 3 - Distribuzione percentuale degli stadi maturativi delle gonadi in femmine e maschi di *L. budegassa* catturati durante campagne di pesca a strascico sperimentali Medits (1994-2002). stadio 1 = immaturo; stadio 2 = in maturazione; stadio 3 = maturo; stadio 4 = post-deposizione.

*Percentage distribution of maturity stages in females and males of L. budegassa caught during trawl surveys (Meditis, 1994-2002).*

*stage 1 = immature; stage 2 = maturing; stage 3 = mature; stage 4 = post-spawning.*

## Conclusioni

Il rinvenimento di un esemplare in deposizione a Gennaio, lascia ipotizzare un periodo riproduttivo invernale, in accordo con quanto riportato per le coste atlantiche del Portogallo e della Spagna (Duarte *et al.*, 2001). Inoltre, l'assenza di femmine mature durante le campagne Medits (periodo di campionamento: tarda primavera-inizio estate) (Fig. 3), ma la presenza di qualche femmina in post-deposizione, associata con la frequenza di individui di piccola taglia (6-14 cm) (Fig. 2), durante lo stesso periodo, potrebbe confermare un picco riproduttivo invernale. La comparsa di maschi in maturazione, maturi e in post-deposizione, durante le campagne Medits (Fig. 3), può far ipotizzare, anche per il Tirreno Centro-Meridionale, il persistere di maschi maturi durante tutto l'anno, come riportato per altre aree geografiche (Duarte *et al.*, 2001). Lo sviluppo oocitario in *L. budegassa* sembra seguire un modello tipo "total spawner", con il reclutamento della maggior parte della popolazione oocitaria nella fase maturativa. La fecondità potenziale (54057 oociti per kg di femmina matura) è comparabile con quanto riportato da Quincoces *et al.* (2001).

## Bibliografia

- AA.VV. (2000) - Third International Ageing Workshop on European Anglerfish (Lisbon, 8-12 March 1999). *EFAN Report 2-2000*: 85 pp.
- ANONIMO (1998) – MEDITS. Manuel des protocoles. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 515-572.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. In: J. Bertrand and G. Relini (eds), *Demersal resources in the Mediterranean, Proceedings of the Symposium held in Pisa*, 18-21 March 1998. *Actes de Colloques*, IFREMER, Plouzané, **26**: 76-93.
- DUARTE R., AZEVEDO M., PEREDA P. (1997) - Study of the growth of southern black and white monkfish stocks. *ICES J. Mar. Sci.*, **54**: 866-874.
- DUARTE R., AZEVEDO M., LANDA J., PEREDA P. (2001) - Reproduction of anglerfish (*Lophius budegassa* Spinola and *Lophius piscatorius* Linnaeus) from Atlantic Iberian coast. *Fish. Res.*, **51**: 349-361.
- QUINCOCES I., SANTURTÙN M., LUCIO P. (2001) - A new method for *Lophius* spp. Gonad oocytes isolation for fecundity studies. *ICES CM 2001/J*, **55**: 20 p.
- UNGARO N., MARANO G., AUTERI R., VOLIANI A., MASSUTÌ E., GARCÌA-RODRÌGUEZ M., OSMANI K. (2002) - Distribution, abundance and biological features of anglerfish (*Lophius budegassa* and *Lophius piscatorius*) (Osteichthyes: Lophiiformes) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 55-63.

L.A. CHESSA, P. LANERA<sup>1</sup>, A. PAIS, N. PLASTINA<sup>1</sup>, M. SCARDI<sup>2</sup>, S. SERRA,  
M.L. VALIANTE<sup>1</sup>, D. VINCI<sup>1</sup>

Sezione di Acquacoltura ed Ecologia Marina, Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,  
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.

<sup>1</sup>Bioservice s.c.r.l., Napoli, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Roma "Tor Vergata", Roma, Italia.

## ASPETTI DEL REGIME ALIMENTARE DI *LITHOGNATHUS MORMYRUS* (LINNAEUS, 1758) NELLO STAGNO DI CALICH (SARDEGNA NORD OCCIDENTALE)

### *OBSERVATIONS ON FEEDING HABITUS OF LITHOGNATHUS MORMYRUS (LINNAEUS, 1758) IN THE CALICH LAGOON (NORTH WESTERN SARDINIA)*

#### **Abstract**

*Feeding habitus of the striped seabream Lithognathus mormyrus were investigated in the Calich lagoon (NW Sardinia, Italy). The stomach contents of 128 adult specimens (TL=19.5±1.3 cm) collected in spring and summer 1998 were examined. Benthic fauna such as Amphipoda, Mollusca and Polychaeta were the main food items (33.2, 19.3 and 5% of the number of preys respectively), but a large amount of Chironomidae larvae and detritus was also found (11.6 and 30.6%). No differences between the diet of 2 fish size classes (20<TL≥20 cm) were observed.*

**Key-words:** coastal lagoons, *Lithognathus mormyrus*, feeding behaviour, Sardinia.

#### **Introduzione**

Gli ambienti salmastri e di estuario vengono temporaneamente frequentati da numerose specie di Teleostei sia per la bassa densità di predatori, sia per l'abbondante disponibilità di cibo (Haedrich, 1983). In Mediterraneo, alcuni Sparidi penetrano regolarmente negli stagni e nelle lagune costiere, costituendo una componente tipica dell'ittiofauna (Mariani, 2001).

Nell'ambito di un'indagine finalizzata alla valutazione delle risorse ittiche presenti nello stagno di Calich (Alghero) è stato studiato il regime alimentare di alcune specie di valore commerciale tra cui quello della mormora (*Lithognathus mormyrus*, Linnaeus 1758) che, per le sue spiccate caratteristiche di eurialinità, riveste un apprezzabile interesse per le attività alieutiche esercitate nello stagno.

#### **Materiali e metodi**

Sono stati analizzati i contenuti stomacali di 128 esemplari adulti catturati nel periodo primaverile-estivo del 1998. A tutti gli individui, previa rilevazione delle misure di lunghezza e peso totale, è stato asportato l'intero tubo digerente ed ogni stomaco è stato fissato in formalina neutra al 5%. Successivamente, è stata effettuata la valutazione del riempimento gastrico, stimando il volume totale del contenuto ed il volume percentuale di ciascuna categoria alimentare (o *item*). Le singole prede sono state quindi classificate al microscopio al livello tassonomico più fine possibile. Sulle principali categorie alimentari sono stati calcolati i seguenti indici semplici: frequenza di rinvenimento (F%) (ricorrenza *item*/numero

totale stomaci  $\times 100$ ), percentuale in numero (N%) e percentuale in volume (V%) (Hyslop, 1980). La loro importanza relativa, inoltre, è stata determinata con l'impiego dell'indice composto IRI (Pinkas *et al.*, 1971).

Gli esemplari il cui contenuto stomacale non era costituito soltanto da detrito (110 in tutto) sono stati divisi in due classi di taglia (LT<20 cm e LT $\geq$ 20 cm) corrispondenti rispettivamente al 2° e 3° anno di età (Pajuelo *et al.*, 2002). A partire da una matrice basata sul coefficiente di dissimilarità di Rogers e Tanimoto (1960) è stata effettuata una Analisi delle Coordinate Principali (Gower, 1966). Al fine di valutare la significatività delle differenze alimentari tra le due classi di taglia, sono state applicate la Multi-Response Permutation Procedure (MRPP, Zimmerman *et al.*, 1985) e l'Indicator Species Analysis (ISA, Dufrene e Legendre, 1997).

## Risultati

Le mormore esaminate, di lunghezza compresa tra 17 e 24 cm (media =  $19,5 \pm 1,3$  cm) e peso tra 71 e 214 g (media =  $104,5 \pm 25,2$  g), hanno mostrato una dieta composta in prevalenza da invertebrati bentonici. Tra gli Anfipodi (33,2% degli *items* totali) le specie maggiormente ricorrenti sono state *Microdeutopus grillotalpa* e *Gammarus* spp.; tra i Molluschi (19,3%) sono stati rinvenuti soprattutto esemplari di *Cerastoderma glaucum* e *Abra segmentum*; tra i Policheti (5%), infine, hanno prevalso *Heteromastus filiformis* e *Cautleriella bioculata*. Negli stomaci sono state altresì ritrovate numerose larve di Chironomidi (11,6%) ed anche il detrito, sia di origine animale che vegetale, si è rivelato un costituente primario dell'alimentazione di questo Sparide mostrando un elevato valore (30,5%) dell'indice IRI (Tab. 1).

Tab. 1 - Percentuali di frequenza di rinvenimento (F%), numero (N%), volume (V%) ed indice di importanza relativa (IRI) delle principali categorie alimentari rinvenute.

*Percentage of frequency of occurrence (F%), number (N%), volume (V%) and index of relative importance (IRI) of main food items found.*

| Categorie    | F%    | N%    | V%    | IRI%  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Amphipoda    | 78,13 | 33,22 | 40,66 | 32,03 |
| Mollusca     | 45,31 | 19,27 | 9,03  | 4,18  |
| Chironomidae | 27,34 | 11,63 | 4,33  | 1,22  |
| Polychaeta   | 11,72 | 4,98  | 3,16  | 0,38  |
| Decapoda     | 0,78  | 0,33  | 0,63  | 0,01  |
| Detrito      | 71,88 | 30,56 | 42,19 | 30,54 |

L'ordinamento degli individui effettuato mediante una Analisi delle Coordinate Principali non ha evidenziato differenze evidenti fra quelli di taglia <20 cm e quelli di taglia superiore (Fig. 1). I risultati di un test MRPP (R=0,0057; p=0,053) non hanno consentito di rigettare l'ipotesi nulla di eterogeneità intra-gruppo compatibile con la generazione dei gruppi da una medesima popolazione.

L'omogeneità sostanziale delle diete delle due classi di età è anche alla base del fatto che un test ISA non riesce a identificare *items* significativamente associati all'una o all'altra classe di taglia. L'unica eccezione è costituita dalle larve di Chironomidi per le quali l'associazione, apparentemente contraddittoria, con la taglia maggiore è determinata da un livello di probabilità ( $p=0,049$ ) non sufficiente ad una diagnosi affidabile a causa della scarsa conservatività del test rispetto all'ipotesi nulla di distribuzione equilibrata degli *items* fra i gruppi.

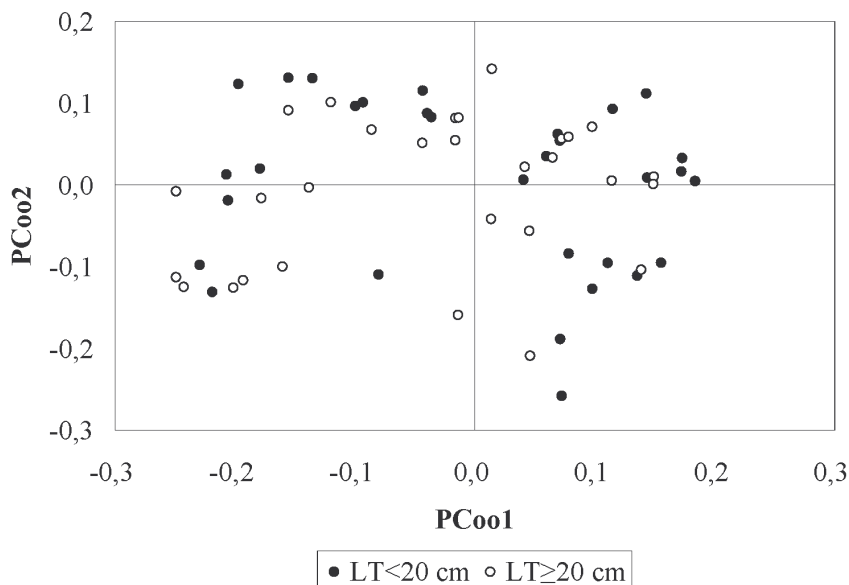


Fig. 1 - Analisi delle Coordinate Principali sulle classi di taglia di *L. mormyrus* esaminate in funzione della dieta.

*Principal Coordinates Analysis based on food items found in the examined L. mormyrus size classes.*

## Conclusioni

Nel complesso si deve ritenere che la dieta delle due classi di età non mostra differenze ecologicamente significative. In accordo con quanto riscontrato da Froggia (1977) per l'Adriatico centrale, Badalamenti *et al.* (1992) per il Golfo di Castellammare e Mariani *et al.* (2002) per gli stagni salmastri di Fogliano e Caprolace, anche nel Calich *Lithognathus mormyrus* mostra un regime alimentare prevalentemente carnivoro. Resta dimostrato come la specie possa adattarsi alla non disponibilità di certe prede (es. Echinodermi), scarse o assenti negli ambienti salmastri, sostituendole con altre ben rappresentate (es. Anfipodi). *L. mormyrus* può cibarsi all'occorrenza di detrito, anche di tipo vegetale. Dall'esame complessivo della dieta emerge quindi come tale Sparide attinga ad un più ampio spettro trofico, che lo fa appartenere ai carnivori non specializzati.



## Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare il P.A. Gesumino Spanu per la preziosa collaborazione prestata durante le attività di campionamento.

## Bibliografia

- BADALAMENTI F., D'ANNA G., FAZIO G., GRISTINA M., LIPARI R. (1992) - Relazioni trofiche tra quattro specie ittiche catturate su differenti substrati nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/O). *Biologia Marina* (Suppl. al Notiziario S.I.B.M.), **1**: 145-150.
- DUFRENE M., LEGENDRE P. (1997) - Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.*, **67** (3): 345-366.
- FROGLIA C. (1977) - Feeding of *Lithognathus mormyrus* in central Adriatic sea (Pisces: Sparidae). *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, **24**: 95-97.
- GOWER J.C. (1966) - Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, **53**: 325-338.
- HAEDRICH R.L. (1983) - Estuarine Fishes. In: Ketchum B.H. (ed), *Ecosystems of the world. 26. Estuaries and enclosed seas*. Elsevier, New York: 183-207.
- HYSLOP E.J. (1980) - Stomach content analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, **17**: 411-429.
- MARIANI S. (2001) - Can spatial distribution of ichthyofauna describe marine influence on coastal lagoons? A central Mediterranean case study. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **52**: 261-267.
- MARIANI S., MACCARONI A., MASSA F., RAMPACCI M., TANCIONI L. (2002) - Lack of consistency between the trophic interrelationships of five sparid species in two adjacent central Mediterranean coastal lagoons. *J. Fish Biol.*, **61**: 138-147.
- PAJUELO J.G., LORENZO J.M., MÉNDEZ M., COCA J., RAMOS A.G. (2002) - Determination of age and growth of the striped seabream *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Canarian archipelago by otolith readings and backcalculation. *Sci. Mar.*, **66** (1): 27-32.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON L.K. (1971) - Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, **152**: 1-105.
- ROGERS D.J., TANIMOTO T.T. (1960) - A computer program for classifying plants. *Science*, Wash. D.C., **132**: 1115-1118.
- ZIMMERMAN G.M., GOETZ H., MIELKE P.W. Jr. (1985) - Use of an improved statistical method for group comparisons to study effects of prairie fire. *Ecology*, **66**: 606-611.

Lavoro eseguito con contributo del CO.BO.NU. (Consorzio di Bonifica della Nurra).

N. CINGOLANI, A. SANTOJANNI, S. COLELLA, F. DONATO

CNR-ISMAR, Sezione Pesca Marittima di Ancona, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.  
n.cingolani@ismar.cnr.it

## INTERAZIONI E CONFLITTUALITÀ TRA PESCA SPORTIVA E PROFESSIONALE

### *INTERACTIONS AND CONFLICTS BETWEEN RECREATIONAL AND PROFESSIONAL FISHERIES*

#### **Abstract**

*The present study describes the interactions and conflicts between recreational fisheries and professional fisheries in the Italian waters. Interviewing approach (e.g. to recreational fishermen) was applied in sampling areas corresponding to some Italian regions. Sources of conflict between recreational and professional fisheries are mainly due to resource and space competition.*

**Key-words:** sport fishing, commercial fishing, fishery disputes, fishery regulations.

#### **Introduzione**

La pesca sportiva praticata in mare da natante è largamente diffusa nei mari italiani. Il numero di pescatori sportivi attivi in Italia è stato stimato pari a 1.500.000 (Cingolani *et al.*, 1999). La descrizione del fenomeno è utile sia in un contesto di razionale gestione delle risorse ittiche, che di risoluzione dei conflitti tra pescatori sportivi e pescatori professionali (Cingolani *et al.*, 1999). Nel corso di due programmi di ricerca finanziati dall'Unione Europea (EU *study project* n. 96/018 e n. 00/003) sono stati presi in esame gli aspetti delle interazioni e dei conflitti tra i pescatori sportivi ed i pescatori professionali. La conflittualità tra queste due categorie di pescatori va esaminata e quantificata nelle sue diverse componenti al fine di eliminarne le cause.

#### **Materiali e metodi**

L'indagine è stata svolta in cinque regioni (Liguria, Lazio, Sicilia, Marche, Veneto) situate nei principali mari italiani, di cui due in Adriatico per la rilevanza del fenomeno in questo mare. Nelle suddette aree sono stati estratti 12 porti campione con probabilità proporzionale alla dimensione (=numero di ormeggi riservati alla nautica da diporto) (Snedecor e Cochran, 1967; Cingolani *et al.*, 1998). Infine, da questi porti è stato estratto un campione *random* di 102 pescatori sportivi, la cui attività è stata seguita nel 1998 con interviste mensili per tutta la stagione di pesca, che va normalmente da aprile a novembre. Sono stati inoltre intervistati i responsabili delle associazioni di pesca sportiva (23 interviste) e di pesca professionale (29) più rappresentative (ossia con maggior numero di iscritti) nelle cinque regioni campionate, 41 pescatori professionali scelti con criterio *random*, nonché le autorità amministrative (20) preposte alla pesca nelle stesse aree (Tab. 1). Nel 2001 una seconda indagine è stata eseguita con la stessa metodologia (Cingolani *et al.*, 2001), utilizzando un secondo campione di 84 pescatori sportivi, distribuiti in sei aree campione (le precedenti, più la Toscana).

Tab. 1 - Tabella riassuntiva delle interviste eseguite per categoria (indagine del 1998).

*Summary of interviews made for categories (survey 1998).*

| Categorie                                | N. di interviste effettuate | N. di organizzazioni di afferenza dei soggetti intervistati | N. di aree (regioni) campionate |
|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Associazioni dei Pescatori Sportivi      | 23                          | 12                                                          | 5                               |
| Associazioni dei Pescatori Professionali | 29                          | 21                                                          | 5                               |
| Autorità Amministrative                  | 20                          | 20                                                          | 5                               |
| Pescatori Sportivi                       | 816                         | 12                                                          | 5                               |
| Pescatori Professionali                  | 41                          | 12                                                          | 5                               |
| <b>Totale</b>                            | <b>929</b>                  |                                                             |                                 |

## Risultati

I pescatori sportivi, pur dichiarando una generale difficoltà di rapporti con i pescatori professionali, non indicano specifici conflitti in cui sono direttamente incorsi, mentre le associazioni di pesca sportiva lamentano, per il 26%, l'esistenza di conflitti. Molto più forte è la percezione dei contrasti da parte dei pescatori professionali (72%) e delle loro associazioni (60%) (Tab. 2). Anche il 45% delle autorità preposte al controllo dell'attività di pesca dichiara l'esistenza di conflitti.

Tab. 2 - Esistenza di conflitti tra pescatori sportivi e professionali sulla base delle interviste (indagine del 1998).

*Existence of conflicts between recreational and professional fishermen on the basis of interviews (survey 1998).*

| Esistenza dei conflitti        | Pescatori Sportivi (%) | Associazioni dei Pescatori Sportivi (%) | Pescatori Professionali (%) | Associazioni dei Pescatori Professionali (%) | Autorità Amministrative (%) |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| Non risponde                   | 1                      | 0                                       | 0                           | 4                                            | 0                           |
| Si                             | 2                      | 26                                      | 72                          | 60                                           | 45                          |
| No                             | 97                     | 74                                      | 28                          | 36                                           | 55                          |
| <b>Dimensione del campione</b> | n = 102                | n = 23                                  | n = 41                      | n = 29                                       | n = 20                      |

In merito alle cause, le associazioni di pesca sportiva dichiarano, per il 67%, la competizione per la stessa area di pesca e per il 33% la competizione per le stesse specie (Tab. 3). I pescatori professionali e le loro associazioni dichiarano che le cause principali di conflitto sono l'utilizzo di attrezzi tipici della pesca professionale (37% e 35% rispettivamente) e la vendita illegale del pescato da parte dei pescatori sportivi (33% e 53%), oltre che la competizione per le stesse aree di pesca (27% e 12%). Le autorità amministrative segnalano anche l'inadeguatezza della legislazione in materia (11%; Tab. 3) e, per la rimozione dei conflitti, l'11% di esse suggerisce un aumento dei servizi di controllo in mare, mentre il 45% vede con favore l'introduzione di un sistema di licenze per la pesca sportiva che

accoglie anche il parere favorevole del 17% dei pescatori professionali e delle loro associazioni (Tab. 4). I pescatori sportivi sono favorevoli, per il 22%, all'introduzione della licenza di pesca, mentre il 59% è contrario (Tab. 5), soprattutto per timori di tassazioni eccessive (Cingolani *et al.*, 1999). Nell'indagine condotta nel 2001, il 55% degli 84 pescatori sportivi intervistati ha dichiarato di essere incorso in conflitti con i pescatori professionali, indicando come principali cause la competizione per l'attrezzo di pesca (72%) e per la stessa area di pesca (24%).

Tab. 3 - Cause dei conflitti tra pescatori sportivi e professionali sulla base delle interviste (indagine del 1998).

*Cause of conflicts between recreational and professional fishermen on the basis of interviews (survey 1998).*

| Cause dei conflitti                                 | Associazioni<br>dei Pescatori<br>Sportivi<br>(%) | Pescatori<br>Professionali<br>(%) | Associazioni<br>dei Pescatori<br>Professionali<br>(%) | Autorità<br>Amministrative<br>(%) |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Non sa, non risponde                                | 0                                                | 0                                 | 0                                                     | 0                                 |
| Competizione per l'area di pesca                    | 67                                               | 27                                | 12                                                    | 11                                |
| Pescatori sportivi che utilizzano attrezzi impropri | 0                                                | 37                                | 35                                                    | 56                                |
| Concorrenza sul mercato (vendita illegale)          | 0                                                | 33                                | 53                                                    | 22                                |
| Legislazione inadeguata                             | 0                                                | 0                                 | 0                                                     | 11                                |
| Competizione per le risorse                         | 33                                               | 3                                 | 0                                                     | 0                                 |
| <b>Dimensione del campione</b>                      | n = 6                                            | n = 30                            | n = 17                                                | n = 9                             |

Tab. 4 - Suggestimenti per rimuovere le cause dei conflitti tra pescatori sportivi e professionali sulla base delle interviste (indagine del 1998).

*Suggestions for the solution of conflicts between recreational and professional fishermen on the basis of interviews (survey 1998).*

| Suggestimenti per la risoluzione dei conflitti                      | Associazioni<br>dei Pescatori<br>Sportivi<br>(%) | Pescatori<br>Professionali<br>(%) | Associazioni<br>dei Pescatori<br>Professionali<br>(%) | Autorità<br>Amministrative<br>(%) |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Non sa, non risponde                                                | 17                                               | 23                                | 0                                                     | 0                                 |
| Aree di pesca riservate alla pesca sportiva                         | 50                                               | 14                                | 12                                                    | 11                                |
| Introduzione di un sistema di licenze di pesca sportiva             | 0                                                | 17                                | 17                                                    | 45                                |
| Proibizioni stagionali e per aree di pesca per i pescatori sportivi | 0                                                | 3                                 | 0                                                     | 22                                |
| Restrizioni sugli attrezzi da pesca sportiva                        | 0                                                | 0                                 | 12                                                    | 11                                |
| Aumento dei controlli da parte delle autorità preposte              | 33                                               | 43                                | 59                                                    | 11                                |
| <b>Dimensione del campione</b>                                      | n = 6                                            | n = 30                            | n = 17                                                | n = 9                             |

Tab. 5 - Opinione sull'utilità dell'adozione di un sistema di licenze di pesca sportiva sulla base delle interviste ai pescatori sportivi (indagine del 1998).

*Opinion on the adoption of a recreational fishing licence system, on the basis of interviews addressed to recreational fishermen (survey 1998).*

| Utilità di un sistema di licenze di pesca sportiva | Veneto (%) | Liguria (%) | Marche (%) | Lazio (%) | Sicilia (%) | TOTALE (%) |
|----------------------------------------------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|
| Non risponde                                       | 0          | 0           | 12         | 0         | 3           | 4          |
| Si                                                 | 24         | 9           | 8          | 0         | 42          | 22         |
| No                                                 | 68         | 73          | 72         | 44        | 42          | 59         |
| Non so                                             | 8          | 18          | 8          | 56        | 13          | 15         |
| <b>Dimensione del campione</b>                     | n = 25     | n = 11      | n = 25     | n = 9     | n = 31      | n = 101    |

## Conclusioni

La quasi totalità dei pescatori sportivi intervistati esercita la propria attività nella fascia costiera. I pescatori sportivi, perciò, sono i naturali competitori della piccola pesca professionale, in quanto esercitano la propria attività nelle stesse aree, avendo come bersaglio le medesime specie. Tra le principali cause di conflitto, infatti, emergono principalmente la competizione per l'area di pesca e per le stesse specie bersaglio. I pescatori professionali e le loro associazioni (così come le autorità amministrative) lamentano, inoltre, tra le cause di conflitto, anche la possibile vendita illegale del pescato da parte dei pescatori sportivi e l'utilizzo da parte di questi, di attrezzi da pesca tipici della pesca professionale. L'adozione di un sistema di licenze per la pesca sportiva e l'aumento dei controlli da parte delle autorità preposte vengono ritenute tra le misure più efficaci per la rimozione dei conflitti tra pesca sportiva e pesca professionale.

## Bibliografia

- CINGOLANI N., COPPOLA S.R., GAROFALO G., BELARDINELLI A. (1998) - Sampling System for the Collection of Fishery Statistics. *Final Report on European Community Funded Project EC XIV/94/036*: 117 pp.
- CINGOLANI N., SANTOJANNI A., BELARDINELLI A., COLELLA S., DONATO F., PENNA R., SDOGATI C. (1999) - Sport fishery in Eastern Mediterranean (Greece & Italy): parameter estimates, linkages and conflict with professional fisheries - Italy Section. *Final Report to the Commission of the European Communities, EU 96/018*: 448 pp.
- CINGOLANI N., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F., PENNA P. (2001) - "Sport fisheries" in Eastern and Central Mediterranean: Design, implementation and economic evaluation of an integrated monitoring system - Italy Section. *Final Report to the Commission of the European Communities, EU 00/003*: 244 pp.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G. (1967) - *Statistical Methods*. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A.: 593 pp.

Lo studio è stato effettuato con il finanziamento dell'Unione Europea, nell'ambito dei progetti di ricerca UE 96/018 ed UE 00/003.

D. CUCCU, P. JEREB\*, P. ADDIS, A.A. PENDUGIU, A. SABATINI, A. CAU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari,  
Viale Poetto, 1 – 09126 Cagliari, Italia.  
cuccu@unica.it

\*ICRAM, Roma, Italia.

## ECCEZIONALI CATTURE DI *TODARODES SAGITTATUS* (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) NEI MARI SARDI

### ON UNUSUALLY LARGE SPECIMENS OF *TODARODES SAGITTATUS* (*CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE*) CAUGHT IN THE SARDINIAN SEAS

#### Abstract

*Bottom trawl catches of unusually large specimens of *Todarodes sagittatus* (Ommastrephidae) in the Sardinian Seas are reported and commented. In particular, the capture of a mature female with a mantle length of 60 cm is described, as one of the largest specimen ever caught in the overall distributional range of the species.*

**Key-words:** *Todarodes sagittatus*, size distribution, Sardinian Seas, Mediterranean Sea.

#### Introduzione

*Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798), noto in italiano come totano viola, è distribuito nell'Oceano Atlantico Orientale, dai Mari di Barents e di Kara fino al Golfo di Guinea (Roper *et al.*, 1984) ed in tutto il Mediterraneo. Le notizie sulla sua biologia riguardano principalmente il Mar Catalano e l'Atlantico nord orientale (e.g. Lordan *et al.*, 2001; Mangold Wirz, 1963), mentre risultano ancora scarse per i mari italiani, dove la specie, catturata fino a 700-800 metri di profondità, costituisce principalmente cattura accessoria della pesca a strascico, delle reti pelagiche e dei palangresi (Belcari, 1999). In questa nota si descrive il rinvenimento nei mari sardi di alcuni esemplari di *T. sagittatus* di dimensioni superiori alla media e si commentano gli intervalli di taglia e di distribuzione batimetrica delle catture.

#### Materiali e metodi

I dati analizzati sono stati acquisiti nei trawl surveys condotti nei mari sardi dal 1994 al 2003 nell'ambito dei progetti MEDITS (Bertrand *et al.*, 2000) e GRUND (Relini, 1998). In aggiunta vengono riportati i dati biometrici di due individui di *T. sagittatus* catturati nell'autunno del 2003 nel corso di due pescate sperimentali effettuate a 830 e 1000 metri di profondità, sempre secondo la metodologia GRUND. La lunghezza dorsale del mantello (LM) così come tutte le altre misure morfometriche ed i pesi, sono stati rilevati secondo la metodologia standard indicata per i cefalopodi (Roper *et al.*, 1984), con la precisione rispettivamente del mm inferiore e del g. Oltre al sesso, sono stati determinati lo stadio di maturità sessuale (Lipinski, 1979), il peso dell'apparato riproduttore ed il diametro mas-

simo delle uova presenti negli ovidotti. L'analisi del contenuto stomacale è stata fatta per categorie di prede.

## Risultati

L'analisi delle catture del totano viola effettuate con rete a strascico dal 1994 al 2003 nei mari sardi, mostra una maggiore concentrazione della specie oltre i 400 metri di profondità ed un aumento delle taglie medie di cattura negli ultimi due anni (Tab. 1).

Tab. 1 - Abbondanza ponderale (kg/km<sup>2</sup>) e numerica (N/km<sup>2</sup>) in funzione della profondità e lunghezza mantello media (LM) di *Todarodes sagittatus* dal 1994 al 2003 nei mari sardi.  
*Abundance (kg/km<sup>2</sup>) and density (N/km<sup>2</sup>) indices calculated at different depth and mean mantel length of *Todarodes sagittatus* registered in Sardinian Seas from 1994 to 2003.*

|      | 0-100 m            |                   | 101-200 m          |                   | 201-400 m          |                   | 401-600 m          |                   | 601-800 m          |                   | LM (cm)    |
|------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------|
| ANNI | kg/km <sup>2</sup> | N/km <sup>2</sup> | kg/km <sup>2</sup> | N/km <sup>2</sup> | kg/km <sup>2</sup> | N/km <sup>2</sup> | kg/km <sup>2</sup> | N/km <sup>2</sup> | kg/km <sup>2</sup> | N/km <sup>2</sup> | Media ± DS |
| 1994 | 0.3                | 0.2               | 0.0                | 0.0               | 2.9                | 1.0               | 2.3                | 6.3               | 3.4                | 3.7               | 23.4 ± 4.6 |
| 1995 | 0.0                | 0.0               | 0.8                | 1.4               | 1.4                | 4.7               | 3.3                | 7.0               | 5.4                | 5.7               | 23.5 ± 5.2 |
| 1996 | 0.0                | 0.0               | 0.1                | 0.4               | 0.5                | 1.8               | 1.9                | 4.9               | 2.5                | 3.9               | 22.1 ± 5.2 |
| 1997 | 0.0                | 0.0               | 0.1                | 0.7               | 0.5                | 2.1               | 1.7                | 3.3               | 2.7                | 3.1               | 24.0 ± 6.4 |
| 1998 | 0.1                | 0.2               | 0.0                | 0.0               | 0.6                | 2.5               | 3.6                | 6.5               | 5.3                | 8.7               | 26.1 ± 4.7 |
| 1999 | 0.0                | 0.0               | 0.1                | 1.6               | 1.3                | 4.6               | 4.6                | 7.1               | 6.1                | 7.4               | 22.3 ± 6.2 |
| 2000 | 0.0                | 0.0               | 0.4                | 1.3               | 1.8                | 3.1               | 4.0                | 5.4               | 3.2                | 2.4               | 26.5 ± 6.2 |
| 2001 | 0.1                | 0.2               | 0.2                | 0.7               | 1.0                | 2.6               | 3.9                | 5.2               | 2.1                | 3.5               | 25.4 ± 7.0 |
| 2002 | 0.0                | 0.0               | 1.0                | 1.3               | 1.6                | 3.0               | 2.6                | 4.2               | 0.7                | 0.6               | 27.7 ± 5.5 |
| 2003 | 0.0                | 0.0               | 0.0                | 0.0               | 1.2                | 1.4               | 4.1                | 2.3               | 6.4                | 4.4               | 35.9 ± 6.9 |

Tab. 2 - Caratteri morfometrici e contenuto stomacale di una femmina di *Todarodes sagittatus* (60 cm di LM) catturata nei mari sardi nell'estate 2003.

*Morfometric features and stomach content of a female of *Todarodes sagittatus* (60 cm in mantle length) caught in the Sardinian Seas in summer 2003.*

| FF Matura 60 cm LM prof. 470 m |         |                                              |         |
|--------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|
| Peso Totale                    | 6700 g  | Peso ovario                                  | 347 g   |
| Lunghezza Mantello ventrale    | 56 cm   | Peso ovidotti + ghiandole ovidotti           | 100 g   |
| Larghezza Mantello             | 27.5 cm | Peso ghiandola nidamentale                   | 379 g   |
| Lunghezza Totale               | 131 cm  | Lunghezza ghiandola nidamentale              | 32 cm   |
| Lunghezza tentacoli            | 64 cm   | Diametro max uova ovidotti                   | 1.1 mm  |
| Lunghezza pinna                | 27 cm   | Misura rostro dorsale becco                  | 50.4 mm |
| Larghezza pinna                | 41 cm   | Misura rostro ventrale becco                 | 24.6 mm |
| Lunghezza testa                | 12 cm   | Peso stomaco                                 | 305.8 g |
| Larghezza testa                | 16 cm   | Contenuto Stomacale (% numerica)             |         |
| Peso gonade                    | 447.4 g | Cefalopodi 11%; Teleostei 67%; Crostacei 22% |         |

In particolare nell'estate 2003, a 470 metri di profondità, all'interno delle coordinate 38°56'/38°53' – 07°57'/07°58', si è verificato il rinvenimento eccezionale di una femmina di 60 cm (LM) in piena attività trofica e riproduttiva (Tab. 2). Questo esemplare, oltre ad avere una dimensione superiore a 38 e 41.8 cm (LM), riportati rispettivamente per i mari italiani (Jereb e Ragonese, 1990) e per le Baleari (Quetglas *et al.*, 1999), supera anche la femmina più grande (52 cm, LM) mai rinvenuta nell'Atlantico nord orientale (Lordan *et al.*, 2001). Nell'autunno dello stesso anno, sono stati inoltre pescati, se pur in numero esiguo, esclusivamente individui maturi di taglia superiore ai 30 cm (LM) tra cui un maschio di 38.5 cm, il più grande segnalato finora in Mediterraneo (Tab. 3). La presenza di individui di dimensione considerevole si è potuta osservare anche a 830 e 1000 metri, dove sono stati catturati due individui rispettivamente di 37.5 e 33 cm di LM (Tab. 3).

Tab. 3 - Misure (LM= lunghezza mantello, PT= peso totale), condizione di maturità e profondità (m) di 5 individui di *Todarodes sagittatus* catturati nei mari sardi nell'autunno 2003.

*Lengths (LM= mantle length; PT= total weight), sexual maturity and depth (m) of 5 specimens of Todarodes sagittatus caught in the Sardinian Seas in autumn 2003.*

| SESSO     | LM      | PT     | PROF   |
|-----------|---------|--------|--------|
| FF matura | 37.5 cm | 1980 g | 830 m  |
| FF matura | 35 cm   | 1200 g | 530 m  |
| FF matura | 33 cm   | 1264 g | 1000 m |
| FF spenta | 32 cm   | 758 g  | 350 m  |
| MM maturo | 38.5 cm | 2600 g | 611 m  |

## Conclusioni

Le catture di esemplari particolarmente grandi di *T. sagittatus* nei mari sardi dimostrano che la specie può raggiungere taglie vicine alle massime riportate in letteratura (Clarke, 1966) anche nel Mediterraneo, dove presenta la stessa distribuzione batica descritta per l'Atlantico nord orientale. La generale esiguità delle catture con rete a strascico, comune a tutto il Mediterraneo ed all'Atlantico, conferma l'inadeguatezza di tale attrezzo quale campionario per questa specie, che porta a sottostimare la reale consistenza e distribuzione batimetrica delle popolazioni studiate. La cattura di esemplari maturi di taglie comparabili con quelle rilevate sia nel Mediterraneo occidentale (e.g., Mangold Wirz, 1963; Quetglas *et al.*, 1999) che nell'Atlantico orientale, e superiori a quelle riportate per le acque nord africane (Arkhipkin *et al.*, 1999), tenderebbe a confermare differenze fra le popolazioni studiate, interpretate da taluni autori con l'esistenza di sottospecie (e.g. Nigmatullin e Laptikhovsky, 1999). La femmina di 60 cm di LM è infine un elemento di particolare interesse in quanto potrebbe indicare l'esistenza di un ciclo vitale più lungo, in alcuni casi e per ragioni da definire, di quanto generalmente riportato per la specie (i.e., 1,5-2 anni invece di 1 anno), come già commentato da Lordan *et al.*, 2001 a proposito delle diverse coorti da loro osservate nelle acque irlandesi.



## Bibliografia

- ARKHIPKIN A., LAPTIKHOVSKY V., GOLUB A. (1999) – Population structure and growth of the squid *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in north-west African waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **79**: 467-477.
- BELCARI P. (1999) – *Todarodes sagittatus*. In: Relini G., Bertrand J., Zamboni A. (eds), *Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica)*. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 737-746.
- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) – An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. In: Bertrand J.A. and Relini G. (eds), *Demersal resources in the Mediterranean*, Proceedings of the Symposium held in Pisa, 18-21 March 1998. *Actes de Colloques*. IFREMER, Plouzané, **26**: 76-93.
- CLARKE M.R. (1966) - A review of systematics and biology of oceanic squids. *Adv. Mar. Biol.*, **4**: 91-300.
- JEREB P., RAGONESE S. (1990) - Sui cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale nel Canale di Sicilia. *Oebalia*, **16** (2): 689-692.
- LIPINSKI M. (1979) - Universal maturity scale for the commercially important squids. The results of maturity classification of the *Illex illecebrosus* population for the years 1973-77. ICNAP Res. Doc. 79/2/38, ser. 5364: 40 pp.
- LORDAN C., COLLINS M.A., KEY L., BROWNE E.D. (2001) - The biology of the ommastrephid squid, *Todarodes sagittatus*, in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **81**: 299-306.
- MANGOLD WIRZ K. (1963) – Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, **13** (Suppl.): 57-81.
- NIGMATULLIN Ch.M., LAPTIKHOVSKY V. (1999) – Reproductive biology in females of the subfamilies Todaropsinae and Todarodinae (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Ruthenica*, **9** (1): 63-75.
- QUETGLAS A., ALEMANY F., CARBONELL A., MERELLA P., SANCHEZ P. (1999) - Some aspects of the biology of *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Balearic Sea (Western Mediterranean). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **79**: 479-486.
- RELINI G. (1998) – Valutazione delle Risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.
- ROPER C.F.E., SWEENEY M.J., NAUEN C.E. (1984) - FAO species catalogue. Cephalopoda of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*, (125) **3**: 277 pp.

C. CUOCO, C. MANCUSI\*, F. SERENA

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,  
Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
info@carlocuoco.net

\*CIBM, Livorno, Italia.

## STUDIO DELLE ABITUDINI ALIMENTARI DI *RAJA ASTERIAS* DELAROCHE, 1809 (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE)

### *STUDY OF FEEDING HABITS OF RAJA ASTERIAS* DELAROCHE, 1809 (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE)

#### **Abstract**

*The aim of this study is to give a contribution to the knowledge about the ecology and biology of Raja asterias (Chondrichthyes, Rajidae) in the Southern Ligurian Sea. The stomach contents of 292 females and 271 males were analysed with the help of a stereomicroscope and the detection of some fishes and invertebrates body parts (scales, otoliths, fragment of bones, vertebra, and cephalopod beaks) allowed the identification of the different taxa. A further analysis of the feeding habits was conducted applying some specific indices as Alimentary Coefficient (Q) and the Relative Importance Index (IRI). Perciformes and Decapoda represent almost all the rays' preys.*

**Key-words:** *Raja asterias, feeding, Southern Ligurian Sea, biology, Chondrichthyans.*

#### **Introduzione**

*Raja asterias* è una specie costiera e bentonica, presente lungo tutte le coste del Mar Mediterraneo, ad eccezione probabilmente del Mar Nero (Fischer *et al.*, 1987; Relini *et al.*, 2000). Vive su fondi mobili, sabbiosi, fangosi e detritici fino a profondità di circa 100 metri (Tortonese, 1956; Whitehead *et al.*, 1984). Secondo Fischer *et al.* (1987) e Notarbartolo di Sciarra e Bianchi (1998), questa specie è presente anche a profondità più elevate, fino a 300 metri. La taglia massima raggiunta da questa specie è di circa 80 cm di lunghezza totale (Notarbartolo di Sciarra e Bianchi, 1998; Fischer *et al.*, 1987). *R. asterias* è una specie ovipara, che si nutre di crostacei, molluschi e piccoli pesci demersali (Whitehead *et al.*, 1984; Fischer *et al.*, 1987).

#### **Materiali e metodi**

L'area studiata è rappresentata dalla porzione meridionale del Mar Ligure compresa fra la zona a nord di Viareggio e la foce del fiume Arno. Gli esemplari esaminati provengono in parte da catture commerciali viareggine e, in misura minore, dai campionamenti biologici durante diversi progetti di ricerca, quali GRUND (Relini, 1998), MEDITS (Bertrand *et al.*, 1997), RAJA TAG (Catalano *et al.*, 2003) e la ricerca sul rosetto (*Aphia minuta*) (Abella *et al.*, 1997). Il periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti è compreso tra marzo 2001 e agosto 2002. In totale sono state analizzate 563 razze, catturate all'interno della batimetrica dei 50 m, di cui 271 esemplari maschi e 292 femmine. Tutti gli esemplari sono stati processati in laboratorio per la registrazione dei dati morfometrici, quali lunghezza totale (LT, cm), peso totale (g) e sesso. Tutti gli stomaci prelevati

sono stati pesati singolarmente e conservati per tre giorni in una soluzione di formaldeide tamponata al 4% con acqua di mare. Dopo tale periodo e previo lavaggio in acqua i contenuti sono stati conservati in alcool etilico al 75°. Dopo un accurato *sorting* del contenuto, si è proceduto all'identificazione delle prede a partire dai frammenti separati costituiti da elementi poco digeribili come otoliti, becchi di cefalopodi, scaglie e vertebre, oppure da porzioni di pesci e crostacei meno aggredite dal processo digestivo.

Non sempre l'identificazione è avvenuta a livello di specie. Quando a causa dell'avanzata digestione delle prede questo non è stato possibile, ci si è limitati al primo taxon identificabile.

Il peso ed il numero delle varie componenti il contenuto stomacale ci hanno permesso di stabilire il contributo di ogni preda alla dieta di *R. asterias*, tramite l'utilizzo dei seguenti indici: F (o "frequenza percentuale di ritrovamento", ovvero la percentuale del numero degli stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda), N (percentuale di individui di una determinata preda, rispetto al numero complessivo di prede presenti nell'insieme degli stomaci non vuoti) e P (percentuale del peso di una determinata preda, rispetto al peso totale di tutte le prede presenti nell'insieme di stomaci considerati). Questi parametri sono stati utilizzati sia singolarmente, sia elaborati in modo da calcolare il Coefficiente Alimentare,  $Q=N \times P$  (Hureau, 1970) e l'Indice di Importanza Relativa,  $I.R.I.=F(N+P)$  (Pinkas *et al.*, 1971). Il valore di Q identifica le prede sulla base di tre categorie: "preferite", "secondarie" e "accidentali". L'I.R.I. permette di pesare "l'importanza" nella dieta delle singole prede. Nel presente lavoro, il valore di I.R.I. è stato utilizzato in forma percentuale e messo in relazione con la lunghezza totale delle razze. E' stato infine considerato l'indice di vacuità, cioè la percentuale di stomaci vuoti, Ev, in rapporto al numero totale di stomaci esaminati ( $iv=Ev \times 100/N$ ).

## Risultati

La taglia degli individui di *R. asterias* da cui sono stati prelevati gli stomaci è compreso tra 12 e 64 cm di lunghezza totale. Le classi ritrovate nell'analisi dei contenuti stomacali sono Bivalvia, Cephalopoda, Crustacea, Echinoidea, Gastropoda, Holothuroidea, Osteichthyes, Polychaeta.

I tessuti molli dei policheti e dei cefalopodi sono risultati più soggetti all'attacco dei succhi gastrici. Al contrario, i crostacei hanno mostrato una resistenza maggiore, grazie alla presenza dell'esoscheletro che ne ha rallentato la digestione. Più semplice è risultata l'identificazione dei pesci grazie al ritrovamento di porzioni piuttosto grosse e ben riconoscibili quali testa, corpo, scaglie e otoliti. Spesso gli individui presentavano un grado di digestione elevato e sono stati inseriti all'interno di un raggruppamento generale (Osteichthyes n.d.).

Sono state riconosciute 44 specie appartenenti a 4 classi: Osteichthyes (Clupeiformes, Perciformes e Pleuronectiformes, per un totale di 14 specie), Gastropoda (Caenogastropoda, 1 specie), Cephalopoda (Teuthida, 1 specie) e Crustacea (Amphipoda, Decapoda e Stomatopodi, per un totale di 28 specie) (Tab. 1). Su un totale di 2916 prede identificate, 2411 appartengono al gruppo dei crostacei (82.6%). Di questi, il 77% è rappresentato da decapodi ed il 20% da anfipodi. Tra gli osteitti, i perciformi rappresentano l'ordine con un più alto numero di prede identificate (305, pari al 65.6%) di cui l'82% è rappresentato da gobidi.

Tab. 1 - Lista delle specie identificate nei contenuti stomacali di *Raja asterias*.*List of the species identified in R. asterias stomach contents.*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cephalopoda:</b><br><i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798<br><b>Crustacea:</b><br><i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)<br><i>Ampelisca brevicornis</i> (A. Costa, 1853)<br><i>Brachynotus foresti</i> Zariquiey Alvarez, 1968<br><i>Brachynotus gemellari</i> (Rizza, 1827)<br><i>Brachynotus sexendatus</i> (Risso, 1827)<br><i>Carcinus mediterraneus</i> Czerniavsky, 1884<br><i>Corystes cassivelaunus</i> (Pennant, 1777)<br><i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Dorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)<br><i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Ilia nucleus</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Inachus comunissimus</i> Rizza, 1839<br><i>Nachus phalangium</i> (Fabricius, 1775)<br><i>Jaxea nocturna</i> Nardo, 1847<br><i>Leucothoe serraticarpa</i> Della Valle, 1893<br><i>Liocarcinus arcuatus</i> (Leach, 1814)<br><i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Liocarcinus pusillus</i> (Leach, 1815)<br><i>Liocarcinus vernalis</i> (Risso, 1827)<br><i>Liocarcinus zariquieyi</i> (Gordon, 1968)<br><i>Macropipus arcuatus</i> (Leach, 1814) | <b>Crustacea (continua):</b><br><i>Macropodia rostrata</i> , (Linnaeus, 1761)<br><i>Partenope agulifrons</i> Latreille, 1825<br><i>Pontophilus spinosus</i> (Leach, 1815)<br><i>Processa mediterranea</i> (Parisi, 1915)<br><i>Processa nouveli</i> Al-Adhub and Williamson, 1975<br><i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)<br><i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)<br><b>Gastropoda:</b><br><i>Turritella communis</i> Risso, 1826<br><b>Osteichthyes:</b><br><i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)<br><i>Cepola rubescens</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Citharus linguatola</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)<br><i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)<br><i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758<br><i>Leserigobius friesii</i> (Malm, 1874)<br><i>Leserigobius suerii</i> (Risso, 1810)<br><i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758<br><i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)<br><i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847<br><i>Solea vulgaris</i> Quensel, 1806<br><i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1863)<br><i>Trigla lucerna</i> Linnaeus, 1758 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Il brachiuro *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758), con un valore ampiamente superiore alla quota limite di  $Q=200$  ( $Q=259,1$ ) rientra nella categoria delle prede “preferite”; seguono prede “secondarie” come il *Liocarcinus* sp. e il raggruppamento Osteichthyes n.d. con valori di 45,1 e 20,3 rispettivamente. *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), *Squilla mantis* (Linnaeus, 1758), *Lesuerigobius* sp. e *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) presentano valori di  $Q$  compresi fra 15 e 19, risultando quindi all’interno del raggruppamento delle prede “accidentali” (Tab. 2).

Tab. 2 - Elenco delle prede con valori più alti dell’indice  $Q$  (Coefficiente alimentare).*List of the preys with the highest value of  $Q$  index (alimentary coefficient).*

| Preda                        | $Q$   | Categoria   |
|------------------------------|-------|-------------|
| <i>Goneplax romboides</i>    | 259,1 | preferita   |
| <i>Liocarcinus</i> sp.       | 45,1  | secondaria  |
| Osteichthyes n.d.            | 20,3  | secondaria  |
| <i>Liocarcinus depurator</i> | 18,8  | accidentale |
| <i>Squilla mantis</i>        | 16,6  | accidentale |
| <i>Lesuerigobius</i> sp.     | 15,9  | accidentale |
| <i>Crangon crangon</i>       | 15,0  | accidentale |

I decapodi assumono primaria importanza, quasi esclusiva nella dieta di *R. asterias*, con un contributo del 82.7% rispetto al valore totale dell'I.R.I. La seconda frazione importante della dieta è rappresentata dall'ordine dei Perciformes (6.4%) seguita dagli Osteichthyes n.d. e dagli stomatopodi con valori rispettivamente di 4.5% e 3.7%. Risultano trascurabili le percentuali dei clupeiformi e dei pleuronectiformi, mentre una piccola percentuale (1.9%) è rappresentata dagli anfipodi (Tab. 3). 55 stomaci sono risultati vuoti, indicando un Indice di Vacuità del 9,77%. L'andamento del valore di I.R.I. percentuale in funzione della taglia delle razze esaminate è rappresentato in Fig. 1. I decapodi sono presenti nella dieta di tutti gli individui. Differentemente, perciformi e stomatopodi sembrano avere un ruolo sempre più importante nella dieta all'aumentare della taglia. Al contrario, gli anfipodi hanno primaria importanza in quegli individui con LT inferiore a 24.5 cm.

Tab. 3 - Percentuale di I.R.I. (Indice di Importanza Relativa) relativamente agli ordini delle prede ingerite.

*I.R.I. (Index of Relative Importance) percentage related to the order of the preys.*

| Taxa              | % I.R.I. |
|-------------------|----------|
| Decapoda          | 82,6     |
| Perciformes       | 6,4      |
| Osteichthyes n.d. | 4,5      |
| Stomatopoda       | 3,7      |
| Amphipoda         | 1,9      |
| altri             | 0,9      |

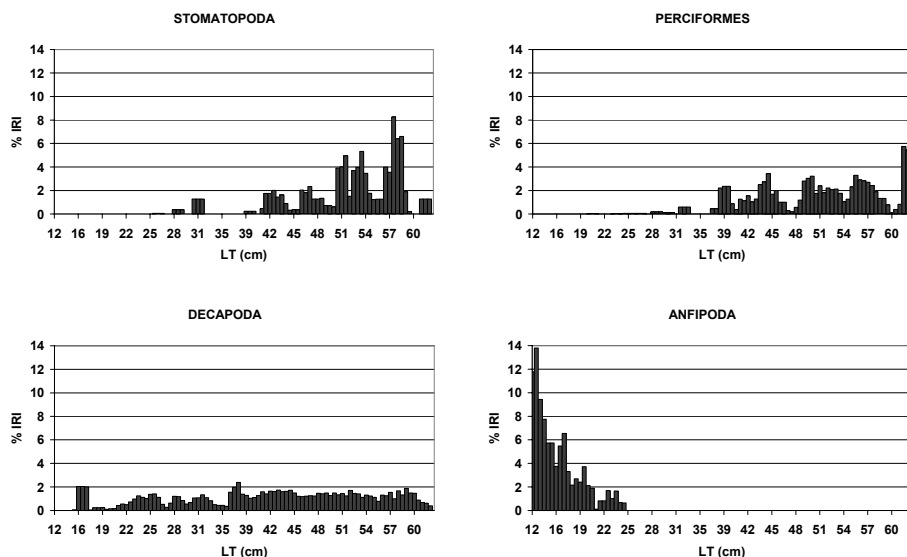


Fig. 1 - Indici di Importanza Relativa (I.R.I.) di quattro ordini di prede in relazione alla taglia degli esemplari di *Raja asterias*.

*Index of Relative Importance (I.R.I.) for four preys orders in relation to the total length of the samples of *R. asterias*.*

## Conclusioni

L'analisi del contenuto stomacale di *R. asterias* ha evidenziato un'abitudine eurifaga di questa specie, mostrando uno spettro trofico piuttosto ampio. La maggior parte delle prede appartiene al dominio bentonico, anche se risulta occasionale la predazione di specie appartenenti al dominio pelagico.

Nell'area considerata, il regime alimentare di questa specie è rappresentato principalmente dai crostacei *Goneplax rhomboides*, *Crangon crangon*, *Liocarcinus* sp. Per i pesci è molto importante il gruppo dei perciformi, in particolare quelli appartenenti alla famiglia dei Gobidae.

Le preferenze alimentari della razza stellata, sebbene specie eurifaga, cambiano con la taglia degli individui. I decapodi sono predati sistematicamente sia dai giovani che dagli adulti; nelle forme giovanili (12–22 cm LT), però, il ruolo primario nella dieta è rappresentato in maniera quasi esclusiva dagli anfipodi. Gli individui adulti di *R. asterias* predano invece in preferenza teleostei, forse grazie ad una maggiore capacità di predazione acquisita.

## Bibliografia

- ABELLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (1997) – Reclutamento di forme giovanili nella fascia costiera toscana. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 172-181.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPA-CONSTANTINOU C., RELINI C., SUPLET A. (1997) – An international bottom trawl survey in the Mediterranean. The MEDITS program 1997. ICES annual science conference. *CM 1997/Y: 03*: 1-16.
- CATALANO B., MANCUSI C., CLÒ S., DALÙ M., SERENA F., VACCHI M. (2003) – Marcatura e rilascio di esemplari giovanili di razza stellata *Raja asterias* nelle acque toscane: risultati preliminari e prospettive di lavoro. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 789-791.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (redacteurs) (1987)a – *Fishes FAO d'identification des especes pour les besoins de la pêche* (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Vertébrés. Rome, FAO: 760 pp.
- HUREAU J.C. (1970) – Biologie comparée de quelques poissons antarctique (Nototheniidae). *Bulletin du Institut Océanographique de Monaco*, **68** (1391): 1-250.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., BIANCHI I. (1998) – *Guida degli squali e delle razze del Mediterraneo*. Franco Muzzio Ed.: 388 pp.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON I.L.K. (1971) – Food habitus of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. U.S. Dep. Fish Game, *Fish Bull.*, **152**: 1-105.
- RELINI G. (1998) – Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.
- TORTONESE E. (1956) – *Leptocardia. Ciclostomata. Selachii*. Fauna d'Italia, **2**: 332 pp.
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.-L., HUREAU J.-C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) – *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, **1**: 510 pp.

A. FALDELLONI, M. CHELLI, A. VOLIANI

A.R.P.A.T., Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, R.I.B.M. Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

## ***BATHYPOLYPUS SPONSALIS* (CEPHALOPODA, OCTOPODA) NEL MAR LIGURE MERIDIONALE**

### **BATHYPOLYPUS SPONSALIS (*CEPHALOPODA, OCTOPODA*) IN THE SOUTHERN LIGURIAN SEA**

#### **Abstract**

*The geographic and bathimetric distribution of Bathypolypus sponsalis (P. et H. Fischer, 1892) in the Southern Ligurian Sea was studied. The species shows a distribution limited to the northern part of the bathial zone. The biological analyses showed that females prevail over males in number among large specimens. Mature specimens of both sexes have been found in all seasons; the size (Mantle Length; cm) at first maturity has been estimated for females (5,7) and for males (4,7).*

**Key-words:** Bathypolypus sponsalis, geographical distribution, Ligurian Sea.

#### **Introduzione**

*Bathypolypus sponsalis* è un ottopode bentonico batofilo di piccole dimensioni presente sui fondali fangosi tra i 120 e i 1800 m di profondità; nonostante l'ampio intervallo di distribuzione batimetrica, le abbondanze maggiori si riscontrano tra i 400 e i 700 m (Relini *et al.*, 1999).

Le informazioni riguardanti la biologia di questa specie sono in generale piuttosto scarse, specialmente per il Mar Ligure Meridionale (Toscana Settentrionale) dove la dimensione degli esemplari (lunghezza del mantello), non supera, nei maschi, 8,0 cm e, nelle femmine, 8,5 cm (Faldelloni, 2003).

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare la distribuzione geografica e batimetrica della specie nelle acque del Mar Ligure Meridionale e di approfondire alcuni aspetti biologici quali la sex-ratio, il periodo riproduttivo e la taglia di prima maturità.

#### **Materiali e metodi**

Sono stati utilizzati i dati relativi a 1200 esemplari di *B. sponsalis* catturati nelle acque del Mar Ligure Meridionale mediante pesca a strascico, nell'ambito di due campagne di ricerca: GRUND (Relini, 2000), realizzate tra il 1985 e il 2002, e MEDITS (Bertrand *et al.*, 2000), condotte tra il 1994 e il 2002. Il campionamento, random stratificato per profondità, ha coperto la zona compresa tra la foce del Fiume Magra e le coste settentrionali dell'Isola d'Elba, e, ad ovest, fino alle acque territoriali corse, con una profondità massima che nell'intera area è di poco superiore a 650 m.

Il peso complessivo degli esemplari catturati in ogni cala è stato utilizzato per il calcolo degli indici di biomassa (kg/km<sup>2</sup>). Le informazioni georeferenziate sono state analizzate con l'estensione "Spatial Analyst" del programma ArcView (ESRI, 1996), definendo aree di simile abbondanza attraverso l'interpolazione con il metodo dell'inverso del quadrato della distanza.



Sono stati inoltre studiati alcuni aspetti della biologia riproduttiva di *B. sponsalis*. Di ogni esemplare è stata misurata la lunghezza del mantello (LM) e sono stati determinati il sesso e lo stadio di maturità (Mangold-Wirz, 1963). La sex ratio ( $F/[M+F]$ ) è stata analizzata con il test del  $\chi^2$  per classi di taglia di 0,5 cm, e la taglia di prima maturità è stata stimata, tramite interpolazione logistica ( $l_{m50\%}$ ), per entrambi i sessi.

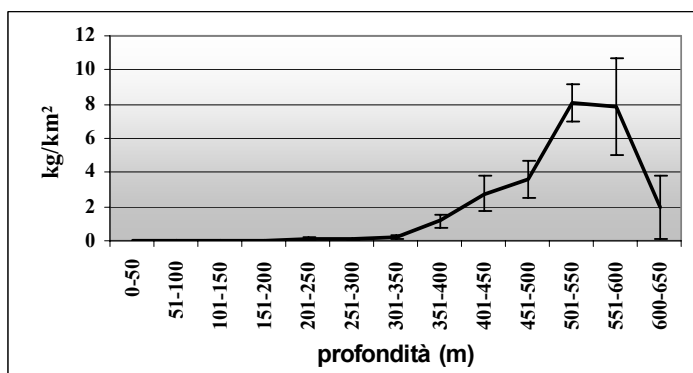


Fig. 1 - Indici di biomassa ( $\text{kg/km}^2$ ) di *B. sponsalis* per intervalli di profondità.  
Biomass indices ( $\text{kg/km}^2$ ) by depth intervals.

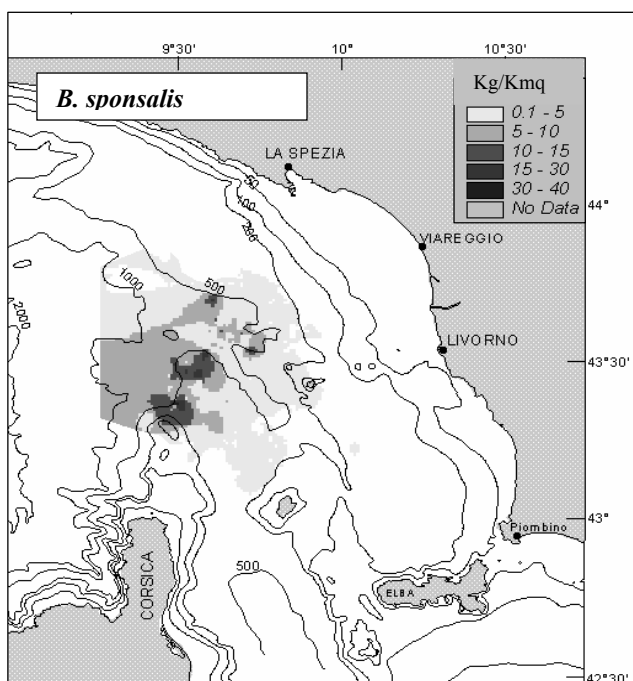


Fig. 2 - Interpolazione spaziale degli indici di biomassa ( $\text{kg/km}^2$ ) di *B. sponsalis*.  
Mean geographic distribution of biomass index ( $\text{kg/km}^2$ ) of *B. sponsalis*.



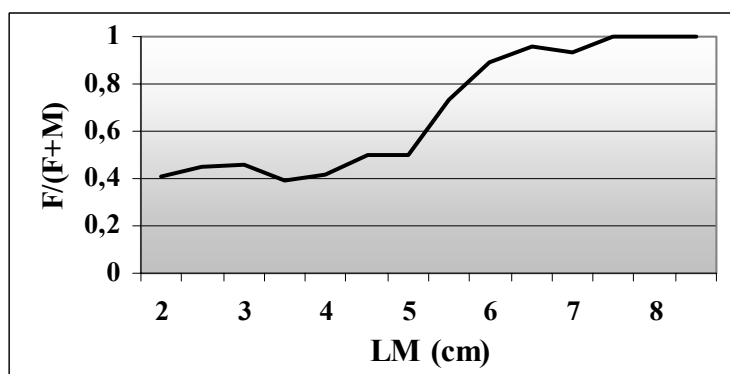


Fig. 3 - Rapporto del numero di esemplari femminili sul totale per taglia di *B. sponsalis*.  
Sex ratio by size of *B. sponsalis*.

## Risultati

*B. sponsalis* è stato catturato in un intervallo batimetrico piuttosto ampio, compreso tra 200 e 650 m di profondità, con abbondanze maggiori tra 400 e 650 m (Fig. 1 e 2). La distribuzione geografica è risultata invece ristretta, limitata alla parte più settentrionale dell'area indagata, in quanto nelle zone batiali della parte meridionale la specie non è risultata presente.

Il rapporto dei due sessi sul totale degli esemplari (Fig. 3) indica che i maschi prevalgono significativamente nelle taglie di 3,5 e 4 cm, mentre, al di sopra di 5 cm, è significativamente maggiore il numero di esemplari di sesso femminile.

Esemplari maturi di entrambi i sessi sono stati catturati in tutte le stagioni di campionamento.

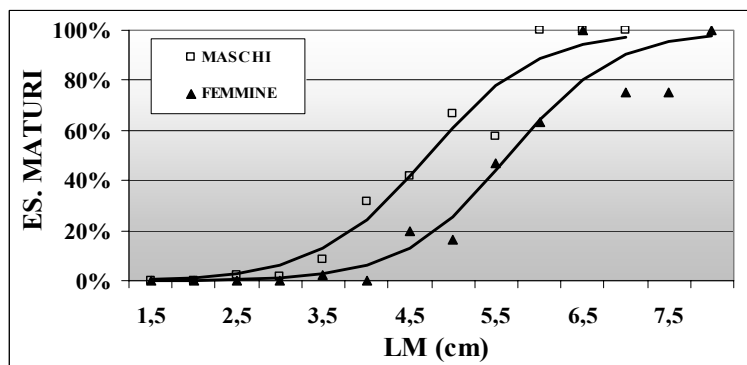


Fig. 4 - Percentuale di esemplari maturi per i due sessi e per taglia di *B. sponsalis*.  
Percent of mature individuals by size for males and females of *B. sponsalis*.

Nel grafico di Fig. 4 sono rappresentate le percentuali di esemplari maturi distintamente per i due sessi. La taglia di prima maturità è risultata di 4,71 cm per i maschi e di 5,66 cm (LM) per le femmine.

## Conclusioni

Le informazioni ottenute relative alla distribuzione batimetrica della specie sono in accordo con quanto affermato da Mannini e Volpi (1989) per la stessa area.

La particolare distribuzione geografica di *B. sponsalis* nel Mar Ligure Meridionale, presente esclusivamente nella parte nord occidentale dell'area, ha suggerito di raccogliere tutte le informazioni circa le attuali conoscenze sulla distribuzione della specie in Mediterraneo. Ne è scaturito un quadro abbastanza anomalo, essendo la specie presente, relativamente ai mari italiani, nel Mar Ligure (presente lavoro; Relini *et al.*, 1999), nel Mar di Sardegna (Cuccu *et al.*, 2003) e nel Canale di Sicilia (Jereb e Ragonese, 1990), mentre risulta assente nel Mar Tirreno (Belcari e Sartor, 1993; Giordano e Carbonara, 1999), nel Mar Ionio (Tursi e D'Onghia, 1992) e nel Mar Adriatico (Relini *et al.*, 1999).

Per quanto riguarda il resto del Mediterraneo, si hanno segnalazioni della presenza della specie nel Mar Catalano (Wirz, 1955; Morales, 1958), al largo delle coste algerine (Wirz, 1954) e nel Mar Egeo (D'Onghia *et al.*, 1995). Dalle informazioni disponibili, sembra quindi che la specie sia distribuita in alcune zone del Mediterraneo Occidentale e in una fascia che va dall'area a nord della Corsica fino al Canale di Sicilia, escludendo tutto il Tirreno, mentre nel Mediterraneo Orientale la presenza sarebbe testimoniata solamente da alcuni ritrovamenti nel Mar Egeo.

Dall'analisi degli aspetti biologici di *B. sponsalis* è emerso che la specie presenta un ampio periodo riproduttivo (probabilmente tutto l'anno). Differenze sono state rilevate nel rapporto tra i sessi per taglia, in quanto le femmine raggiungono taglie maggiori; anche la taglia di prima maturità è risultata più elevata per le femmine rispetto ai maschi.

## Bibliografia

- BELCARI P., SARTOR P. (1993) - Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 145-152.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) - An international trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.
- CUCCU D., ADDIS P., DAMELE F., MANFRIN PICCINETTI G. (2003) - Primo censimento della teutofauna dei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 795-798.
- D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A., MAIORANO P., PANETTA P. (1995) - Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiala nel Mediterraneo Orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 199-204.
- ESRI (1996) - *ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone*. Environmental Systems Research Institute, Inc.: 340 pp
- FALDELLONI A. (2003) - Analisi della distribuzione geografica e di alcuni aspetti biologici delle specie di Octopoda (Mollusca, Cephalopoda) presenti nella zona batiale del Mar Ligure Sud-orientale. Università di Pisa, Tesi di Laurea: 71 pp.
- GIORDANO D., CARBONARA P. (1999) - Nota sulla distribuzione di molluschi Cefalopodi nel Tirreno Centro-meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 573-575.
- JEREB P., RAGONESE S. (1990) - Sui Cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale nel canale di Sicilia. *Oebalia*, **12** (2): 689-692.

- MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu* (Suppl.), **13**: 285 pp.
- MANNINI P., VOLPI C. (1989) - Nota sulla presenza e distribuzione di alcuni Cefalopodi del Tirreno settentrionale. *Oebalia*, **15** (2): 693-701.
- MORALES E. (1958) - Cephalopodos de Cataluna. I. *Inv. Pesq.*, **11**: 3-6.
- RELINI G. (2000) - Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 46-75.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) - Sintesi delle conoscenze delle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1).
- TURSI A., D'ONGHIA G. (1992) - Cephalopods of Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **18**: 25-43.
- WIRZ K. (1954) - *Bathypolypus sponsalis* (P. & H. Fischer). Cephalopode nouveau pour la Mediterranee. *Vie Milieu* (Suppl.), **3**: 139-154.
- WIRZ K. (1955) - *Bathypolypus sponsalis* (P. & H. Fischer), espèce commune dans la partie ouest de la Mediterranee. *Vie Milieu*, **4** (1): 129-147.

F. FIORENTINO, M. CAMILLERI\*, S. GANCITANO, M. ZACCARIA, G. MORIZZO

Marine Living Resources Assessment Group (MaLiRA Group) – IAMC, Section of Mazara,  
Via Luigi Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italy.

\*Malta Centre for Fisheries Sciences (MCFS), Malta.

## ON THE PRESENCE OF *POMADASYS INCISUS*, BOWDICH, 1825 (OSTHEICHTHYES, HAEMULIDAE) IN MALTESE COASTAL WATERS (STRAIT OF SICILY-CENTRAL MEDITERRANEAN)

### *PRESENZA DI POMADASYS INCISUS, BOWDICH, 1825 (OSTEITTI, HAEMULIDAE) NELLE ACQUE COSTIERE MALTESI (STRETTO DI SICILIA-MEDITERRANEO CENTRALE)*

#### **Abstract**

*The presence of the bastard grunt Pomadasys incisus (Bowdich, 1825) has been reported for the first time in the Maltese waters. Two specimens (1 female and 1 male) were fished in Autumn 2003, by a bottom handline in Valletta and 'Msida harbours (Malta). The female was 22.5 cm TL and aged 3+. It was mature, with a gonad-somatic index of 3.16, showing large eggs but not hydrated (diameter range: 306-468 µm). The male, with a maturing testis, was 21.0 cm TL and aged 4+.*

**Key-words:** *Pomadasys incisus, biogeography, Maltese Islands, Strait of Sicily, Central Mediterranean Sea.*

#### **Introduction**

The bastard grunt *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825), is a subtropical demersal species inhabiting both hard and soft bottoms from 10 to 100 m; this species, reaching 50 cm TL, is widely distributed in the Eastern Atlantic, from Straits of Gibraltar to Angola, including the islands (Froese and Pauly, 2004). The presence of this species in the Mediterranean was firstly reported in the Algerian waters by Guichenot (1850). After *P. incisus* has been recorded along the entire Southern Mediterranean coasts and Levant basin (Morocco, Algeria, Tunisia, Egypt, Israel, Lebanon, Turkey and Greece) (Kaspiris, 1970; Ben-Tuvia and McKay, 1989; Fisher *et al.*, 1987; Charkroun-Marzouk and Ktari, 1995). It was considered common along the Spanish coast of the Alboran Sea (Lozano Rey, 1952) and it was reported for the Catalan Sea (Recasens *et al.*, 2001). Off these areas the species was considered rare, being occasionally recorded in the Gulf of Lion (Quignard and Raibaut, 1993), in the Ligurian Sea near San Remo (Gavagnin *et al.*, 1994) and in the Northern Tyrrhenian Sea (Serena and Silvestri, 1996). It was also reported in the Gulf of Palermo (Sicily) (Catalano *et al.*, 1998). Considering that the species was never found in the Maltese Islands (Lanfranco, 1993; Farrugia Randon and Sammut, 1999), which lies on the Sicilian shelf, neither in the southern coast of Sicily, the occurrence of two specimens off Malta deserves to be reported.

#### **Materials and methods**

Two specimens of *P. incisus* were fished in Autumn 2003, by a bottom handline baited with *Allotheutis media* in Valletta (specimen 1 – 29/09/2003) and 'Msida

(specimen 2 – 01/10/2003) harbors; the individuals were frozen on board and processed in the laboratory for meristic and morpho-biometric measurements.

Sexes were identified and the macroscopic maturity state was recorded. The otolith were extracted for age reading “in toto”. Moreover, the ovary of the female specimen was fixed in Gilson’s solution for eggs measurement.

## Results and conclusions

The main biological, meristic and biometric characteristics, are given in Tab. 1.

The female was mature. The paired symmetric ovaries were vascularized, occupying 2/3 of the length of body cavity and showing large eggs but not completely hydrated (diameter range: 306-468  $\mu\text{m}$ ). The gonado-somatic index (GSI) was 3.16.

Table 1 - Information on catch and biological data of *Pomadasys incisus* fished in Maltese waters.  
*Dati biologici e di cattura di Pomadasys incisus catturati nelle acque maltesi.*

|                         |            |            |                              |            |            |
|-------------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|
| Catch date              | 29/09/2003 | 01/01/2003 | Catch date                   | 29/09/2003 | 01/01/2003 |
| Catch depth (m)         | 10         | 7          | Horizontal eye diameter (cm) | 1.46       | 1.80       |
| Sex (F-M-U)             | F          | M          | Vertical eye diameter (cm)   | 1.39       | 1.60       |
| Maturity state          | Mature     | Maturing   | N° Dorsal rays               | 12+15      | 12+15      |
| Total Length (cm)       | 22.50      | 21.00      | N° Anal rays                 | 3+12       | 3+11       |
| Fork Length (cm)        | 20.50      | 19.00      | N° Pectoral rays             | 16         | 15         |
| Standard Length (cm)    | 19.00      | 17.50      | N° Scales along lateral line | 56         | 55         |
| Head Length (cm)        | 5.75       | 5.73       | Body Weight (g)              | 167.00     | 134.00     |
| High max (cm)           | 6.50       | 6.00       | Gonad Weight (g)             | 5.28       | 1.60       |
| Pre-orbital Length (cm) | 1.73       | 1.60       |                              |            |            |

The male was maturing, with a paired asymmetric testis. The testis was vascularized, whitish-creamy coloured and occupying about 1/2 of the length of body cavity.

According to the analysis of growth marks laid down on the otoliths of both specimens, ages of 3+ and 4+ were estimated for the female and male respectively.

Meristics and biometrics of 2 specimens we have examined agreed with literature of areas in which the species is stably found.

Charkroun-Marzouk and Ktari (1995) reported that spawning occurs in July-September along the Tunisian coast, with a peak in July ( $\text{GSI}_{\text{female max}} = 4.3$ ). Conversely spawning takes place throughout the year in the Canarian Archipelago (Pajuelo *et al.*, 2003).

Although no data on otoliths reading are available for the Mediterranean, our results agree with the length-age key given by Pajuelo *et al.* (2003) for the Canarian Archipelago.

## Acknowledges

Many thanks to Salvatore Palaino, fisherman of S. Anna trawler, who has caught the two specimens of *Pomadasys incisus*.

## References

- BEN TUVIA, MCKAY R. (1986) - Haemulidae (Pomadasyidae). In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Unesco, Paris, **3**: 1015-1473.
- CATALANO E., GIANGUZZA P., VIOLANI C., ZAVA B. (1998) - Nuova cattura di *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) per le acque italiane (Osteichthyes, Haemulidae). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 668-669.
- CHARKROUN-MARZOUK N., KTARI M.H. (1995) - Données préliminaires sur la reproduction de *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825, Pisces, Haemulidae) du Golfe de Tunis. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **34**: 239.
- FARRUGIA RANDON S., SAMMUT R. (1999) - *Fishes of Maltese waters*. SRT Press, Malta.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (eds) (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1); Méditerranée et Mer Noire (Zone de pêche 37): 2. Vertébrés. FAO Rome: 761-1530.
- FROESE R., PAULY D. (eds) (2004) - FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) version (05/2004).
- GAVAGNIN P.F., GARIBALDI F., RELINI M. (1994) - Segnalazione di *Pomadasys incisus* (Bowdich) (Osteichthyes, Haemulidae) in acque italiane. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 285-286.
- GUICHENOT A. (1850) - Histoire naturelle des Reptiles et des Poissons. Explor. Scient. Algérie 1840-42. *Sc. Phys. Zool.*, **5**: 148 p., 1-4 (Rept.) + 1-8 (Poiss.).
- LANFRANCO G.G. (1993) - *The fish around Malta (Central Mediterranean)*. Progress Press, Malta: 132 pp.
- LOZANO REY L. (1952) - Peces fisioclistos, subseries toracicos. Primera parte. *Mem. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat. Madrid, ser. Cienc. Nat.*, **14**: 378 pp.
- KASPIRIS P. (1970) - Presenza di *Pomadasys incisus* (Bowd.) nelle acque della Grecia (Pisces, Percoidaei). *Doriana, Suppl. Ann. Mus. Civ. St. Nat. "G. Doria"*, **4** (192): 1-3.
- PAJUELO J.G., LORENZO J.M., GREGOIRE M. (2003) - Age and growth of the bastard grunt (*Pomadasys incisus*: Haemulidae) inhabiting the Canarian archipelago, Northwest Africa. *Fish. Bull.*, **101**: 851-859.
- QUIGNARD J.P., RAIBAUT A. (1993) - Ichthyofaune de la côte languedocienne (Golfe du Lion) modifications faunistiques et démographiques. *Vie Milieu*, **43** (4): 191-195.
- RECASENS L., SANCHEZ P., DEMESTRE M. (2001) - Espèces de megafaune liées aux récifs artificiels dans la mer catalane. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **36**: 413.
- SERENA F., SILVESTRI R. (1996) - First record of *Pomadasys incisus* (Haemulidae) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Cybiu*, **20** (4): 409-411.

M.C. FOLLESA, A. MULAS, M. MURENU, A. SABATINI, A. CAU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari,  
Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
follesac@unica.it

## AMPLIAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA FAUNA BATIALE DEI MARI SARDI

### *WIDENING OF KNOWLEDGE ABOUT BATHYAL FAUNA OF THE SARDINIAN SEAS*

#### **Abstract**

*During trawl surveys carried out between 800 and 1250 m depth, 65 species (4 Selachians, 36 Teleosteans, 18 Crustaceans and 7 Cephalopods) have been caught in Sardinian seas. Five species of Teleosteans (Nansenia oblita, Cataetx alleni, Schedophilus medusophagus, S. ovalis, Caelorinchus mediterraneus,) have been recorded, for the first time, in Sardinian seas. Morphometric and meristic features, compared with literature data, are reported for Cataetx alleni and Caelorinchus mediterraneus.*

**Key-words:** fish, deep waters, biodiversity, new records, Sardinian sea.

#### **Introduzione**

Le note sulla composizione faunistica delle comunità bentoniche delle acque profonde dei mari sardi sono limitate ad alcuni studi condotti negli anni 70 e 80 nei fondali del Canale di Sardegna (Cau, 1979; Cau e Mura, 1978; Mura e Cau, 1992). Ricerche condotte negli ultimi due anni hanno permesso di annoverare nuove specie oltre a quelle già presenti nelle liste preesistenti.

Scopo di questo lavoro è quello di ampliare le conoscenze delle specie presenti nei fondi batiali oltre gli 800 m di profondità e sino a 1250 m, intervallo batimetrico fino ad oggi mai esplorato nei mari sardi.

#### **Materiali e metodi**

I dati provengono da 22 pescate sperimentali effettuate, tra il 2002 e il 2003, nei mari meridionali e sud-orientali della Sardegna fra le batimetriche degli 800 e dei 1250 m di profondità. Per effettuare i campionamenti è stata utilizzata una rete a strascico di tipo italiana normalmente usata dalle marinerie locali con maglia al sacco di 40 mm stirata bagnata.

Ciascuna specie campionata è stata identificata, pesata e misurata. Per i Teleostei, dopo l'identificazione del sesso, è stato attribuito lo stadio di maturità delle gonadi utilizzando la scala di maturità di Holden e Raitt (1975). Per le specie non ancora segnalate nei nostri mari sono state rilevate le principali misure morfometriche e i caratteri meristici distintivi.

#### **Risultati e conclusioni**

Sono state rilevate complessivamente 65 specie tra cui 4 Selaci, 36 Teleostei, 18 Crostacei e 7 Molluschi Cefalopodi (Tab. 1).

Tab. 1 - Elenco delle specie rinvenute nei mari sardi fra gli 800 e 1250 m (in grigio le specie segnalate per la prima volta nei mari sardi).

List of species caught in Sardinian seas between 800 and 1250 m depths (first finding of the species in Sardinian seas are highlighted in grey).

| Famiglia                | Specie                                                         | Profondità (m) |           |           |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|
|                         |                                                                | 800            | 1000      | 1200      |
| <b>SELACI</b>           |                                                                |                |           |           |
| Chimaeridae             | <i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758                       | +              | +         | +         |
| Rajidae                 | <i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)                    |                | +         |           |
| Scyliorhinidae          | <i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810                      | +              | +         | +         |
| Squalidae               | <i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)                      | +              | +         | +         |
| <b>TELEOSTEI</b>        |                                                                |                |           |           |
| Alepocephalidae         | <i>Alepocephalus rostratus</i> Risso, 1820                     |                | +         | +         |
| Apogonidae              | <i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)                       | +              | +         | +         |
| Bathypteroidae          | <i>Bathypterois mediterraneus</i> Bauchot, 1962                | +              | +         | +         |
| Bythitidae              | <i>Cataetys alleni</i> (Byrne, 1906)                           | +              | +         | +         |
| Centrolophidae          | <i>Schedophilus medusophagus</i> Cocco, 1839                   |                | +         | +         |
| Centrolophidae          | <i>Schedophilus ovalis</i> (Valenciennes, 1833)                |                |           | +         |
| Chauliodontidae         | <i>Chauliodus sloani</i> Schneider, 1801                       |                | +         | +         |
| Chlorophthalmidae       | <i>Chlorophthalmus agassizii</i> (Bonaparte, 1840)             | +              |           |           |
| Congridae               | <i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)                          | +              |           |           |
| Gadidae                 | <i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)                      |                | +         | +         |
| Gonostomatidae          | <i>Gonostoma denudatum</i> Rafinesque, 1810                    |                | +         |           |
| Lophiidae               | <i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807                         | +              |           |           |
| Lophidae                | <i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758                      |                | +         |           |
| Macrouridae             | <i>Caelorinchus mediterraneus</i> Iwamoto e Ungaro, 2002       | +              |           | +         |
| Macrouridae             | <i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884                  | +              | +         | +         |
| Macrouridae             | <i>Nezumia sclerorhynchus</i> (Valenciennes, 1838)             | +              | +         | +         |
| Macrouridae             | <i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> (Risso, 1810)             | +              | +         | +         |
| Melanostomiidae         | <i>Bathophilus nigerrimus</i> Giglioli, 1884                   |                | +         |           |
| Merlucciidae            | <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)                  | +              |           |           |
| Microstomatidae         | <i>Nansenia oblita</i> (Facciola, 1887)                        | +              | +         |           |
| Moridae                 | <i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810)                         | +              | +         | +         |
| Moridae                 | <i>Mora moro</i> (Risso, 1810)                                 | +              | +         | +         |
| Myctophidae             | <i>Benthosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837)                   | +              |           |           |
| Myctophidae             | <i>Ceratocopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)                   |                | +         |           |
| Myctophidae             | <i>Diaphus rafinesquei</i> (Cocco, 1838)                       | +              |           |           |
| Myctophidae             | <i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)                    | +              | +         | +         |
| Myctophidae             | <i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1810                    |                |           | +         |
| Myctophidae             | <i>Notoscopelus elongatus</i> (Costa, 1844)                    |                |           | +         |
| Myctophidae             | <i>Symbolophorus veranyi</i> (Moreau, 1888)                    | +              | +         |           |
| Nemichthyidae           | <i>Nemichthys scolopaceus</i> Richardson, 1848                 | +              |           | +         |
| Netastomidae            | <i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810                   | +              | +         | +         |
| Notacanthidae           | <i>Notacanthus bonapartei</i> Risso, 1840                      | +              | +         | +         |
| Sparidae                | <i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)                     | +              |           |           |
| Sternoptychidae         | <i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829                    |                | +         |           |
| Stomiidae               | <i>Stomias boa</i> (Risso, 1810)                               | +              | +         | +         |
| Trachichthyidae         | <i>Hoplostethus mediterraneus</i> Cuvier, 1829                 | +              |           |           |
| <b>CROSTACEI</b>        |                                                                |                |           |           |
| Aristeidae              | <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)                       | +              | +         | +         |
| Aristeidae              | <i>Aristeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)                    | +              | +         | +         |
| Crangonidae             | <i>Pontophilus norvegicus</i> (Sars, 1861)                     |                | +         | +         |
| Galatheididae           | <i>Munida tenuimana</i> Sars, 1872                             | +              | +         | +         |
| Geryonidae              | <i>Geryon longipes</i> A. Milne Edwards, 1881                  | +              | +         | +         |
| Homolidae               | <i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)                          | +              | +         | +         |
| Oplophoridae            | <i>AcanthePHYRA eximia</i> (S.I. Smith, 1886)                  | +              | +         | +         |
| Oplophoridae            | <i>AcanthePHYRA pelagica</i> (Risso, 1816)                     | +              | +         | +         |
| Paguridae               | <i>Pagurus alatus</i> Fabricius, 1775                          | +              |           |           |
| Pandalidae              | <i>Plesionika acanthonotus</i> (S.I. Smith, 1882)              | +              | +         | +         |
| Pandalidae              | <i>Plesionika martia</i> (A. Milne Edwards, 1883)              | +              |           |           |
| Pasiphaeidae            | <i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866                     | +              | +         | +         |
| Polychelidae            | <i>Polychelus typhlops</i> Heller, 1862                        | +              | +         | +         |
| Portunidae              | <i>Bathynectes maravigna</i> (Prestandrea, 1839)               | +              |           | +         |
| Portunidae              | <i>Macropipus tuberculatus</i> (Roux, 1830)                    |                | +         |           |
| Sergestidae             | <i>Sergestes arcticus</i> Kröyer, 1855                         | +              | +         |           |
| Sergestidae             | <i>Sergia robusta</i> S.I. Smith, 1882                         | +              | +         | +         |
| Xanthidae               | <i>Monodaeus couchii</i> (Couch, 1851)                         | +              |           |           |
| <b>CEFALOPODI</b>       |                                                                |                |           |           |
| Histioteuthidae         | <i>Histioteuthis reversa</i> (Verrill, 1880)                   | +              |           |           |
| Octopodidae             | <i>Bathypolypus sponsalis</i> (Fischer e Fischer, 1892)        | +              | +         | +         |
| Ommastrephidae          | <i>Illex coindetii</i> (Verany, 1839)                          | +              |           |           |
| Ommastrephidae          | <i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)                    |                | +         |           |
| Onychoteuthidae         | <i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> (Férusac e Orbigny, 1835) | +              | +         |           |
| Onychoteuthidae         | <i>Onychoteuthis banksii</i> (Leach, 1817)                     |                | +         | +         |
| Sepiolidae              | <i>Heteroteuthis dispar</i> (Rüppell, 1845)                    | +              |           | +         |
| <b>N. totale specie</b> |                                                                | <b>50</b>      | <b>46</b> | <b>40</b> |



Il maggiore numero di specie è stato registrato nelle catture delle cale effettuate alla batimetria degli 800 m, con una tendenza alla diminuzione della biodiversità alle batimetriche successive (Tab. 1).

Fra le specie catturate, 5 Teleostei *Nansenia oblita* (Facciola, 1887), *Cataetx alleni* (Byrne, 1906), *Schedophilus medusophagus* Cocco, 1839, *S. ovalis* (Valenciennes, 1833), *Caelorinchus mediterraneus* Iwamoto e Ungaro, 2002, vengono segnalati per la prima volta nei mari sardi. Tali specie presentano caratteristiche morfo-biometriche comparabili con quanto finora noto in letteratura (Whitehead *et al.*, 1986).

In particolare sono stati catturati sei esemplari di *C. alleni*, tre maschi e tre femmine, la cui lunghezza totale risulta compresa fra 101 e 125 mm. Tutti gli esemplari, pescati nel periodo autunnale, presentavano gonadi mature (stadio 5-6). Per questa specie vengono riportati i principali dati morfologici e meristici che risultano essere in accordo con quanto noto in bibliografia per altre aree del Mediterraneo (Relini Orsi, 1970; Matallanas, 1983) (Tab. 2).

Tab. 2 - Caratteri morfometrici (a) e meristici (b) degli esemplari di *Cataetx alleni* (N. 6) catturati nelle acque sarde, confrontati con quanto noto in bibliografia.

*Morphometric and meristic features of Cataetx alleni specimens (N. 6) caught in Sardinian seas and comparison with bibliographic data.*

a)

| Zona di indagine        | Mari di Sardegna<br>(Presente lavoro) |                    | Mar Catalano<br>(Matallanas, 1983) |         | Mar Ligure<br>(Relini - Orsi, 1970) |         |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| Caratteri morfometrici  | Range taglia<br>(mm)                  | Media % LS<br>± ds | Taglia<br>(mm)                     | % di LS | Taglia<br>(mm)                      | % di LS |
| Lunghezza totale        | 101,0 - 125,0                         | -                  | 84,0                               | -       | 135,0                               | -       |
| Lunghezza standard      | 90,0 - 114,0                          | -                  | 73,5                               | -       | 122,0                               | -       |
| Lunghezza all'ano       | 45,0 - 58,0                           | 49,71 ± 1,04       | 37,0                               | 50,3    | -                                   | -       |
| Lunghezza testa         | 24,0 - 30,0                           | 26,74 ± 0,35       | 20,0                               | 27,2    | 30,0                                | 24,5    |
| Lunghezza preorbitaria  | 4,6 - 6,5                             | 5,25 ± 0,66        | 4,5                                | 6,1     | -                                   | -       |
| Lunghezza postorbitaria | 15,1 - 18,5                           | 16,95 ± 0,64       | 12,0                               | 16,3    | -                                   | -       |
| Lunghezza predorsale    | 30,2 - 36,5                           | 32,73 ± 0,73       | 25,5                               | 34,7    | 42,0                                | 34,4    |
| Diametro orbita         | 4,7 - 5,4                             | 4,99 ± 0,24        | 3,5                                | 4,7     | 6,0                                 | 4,9     |
| Altezza massima         | 19,6 - 26,9                           | 22,74 ± 1,51       | 16,0                               | 21,7    | 30,0                                | 24,5    |

b)

| Caratteri meristici      | Mari di Sardegna<br>(Presente lavoro) | Mar Catalano<br>(Matallanas, 1983) | Mar Ligure<br>(Relini - Orsi, 1970) |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| N. raggi Pinna Dorsale   | 96-113                                | 109                                | 111                                 |
| N. raggi Pinna Anale     | 79-85                                 | 84                                 | 83                                  |
| N. raggi Pinne Pettorali | 30-32                                 | 29                                 | 31-32                               |
| N. raggi Pinne Ventrali  | 1                                     | 1                                  | 1                                   |
| N. raggi Pinna Caudale   | 8-10                                  | -                                  | 8                                   |

Gli esemplari di *C. mediterraneus*, due maschi e una femmina, presentavano delle dimensioni comprese tra 158 e 229 mm di lunghezza totale. Tutti gli individui non differiscono nelle caratteristiche morfologiche e nei rapporti meristici da quanto riportato da Iwamoto e Ungaro, 2002 (Tab. 3). La comparazione dei nostri dati con quanto riportato in letteratura per altre aree mediterranee (Orsi e Relini, 1972; Raimbault, 1963; Massuti *et al.*, 1995) sottolinea la presenza di *C. mediterraneus* anche nei mari sardi.

Tab. 3 - Caratteri morfometrici (a) e meristici (b) degli esemplari di *Caelorynchus mediterraneus* (N. 3) catturati nelle acque sarde, confrontati con quanto noto in bibliografia.

*Morphometric and meristic features of Caelorynchus mediterraneus specimens caught (N. 3) in Sardinian seas and comparison with bibliographic data.*

a)

| Zona di indagine                         | Mari di Sardegna<br>(Presente lavoro) |                     | Mediterraneo centro-occidentale<br>(Iwamoto e Ungaro, 2002) |                |
|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| Caratteri morfometrici                   | Range taglia<br>(mm)                  | Media % LTe<br>± ds | Range taglia<br>(mm)                                        | Range % di LTe |
| Lunghezza totale (LT)                    | 158,0 - 229,0                         | -                   | 112,0 - 245,0                                               | -              |
| Lunghezza testa (LTe)                    | 42,5 - 61,2                           | -                   | 32,7 - 68,7                                                 | -              |
| Lunghezza pre-dorsale (alla prima pinna) | 45,2 - 66,0                           | 106,84 ± 0,87       | -                                                           | -              |
| Lunghezza pre-anale                      | 57,0 - 85,0                           | 135,91 ± 2,59       | -                                                           | 132,0 - 151,0  |
| Lunghezza preorale                       | 17,4 - 26,4                           | 41,14 ± 0,43        | -                                                           | 40,0 - 45,0    |
| Larghezza internasale                    | 9,4 - 13,1                            | 21,75 ± 0,33        | -                                                           | 20,0 - 23,0    |
| Diametro orbita (orizzontale)            | 10,9 - 15,3                           | 25,21 ± 0,41        | -                                                           | 21,0 - 26,0    |
| Lunghezza preorbitaria                   | 19,4 - 28,8                           | 44,66 ± 3,02        | -                                                           | -              |
| Lunghezza postorbitaria                  | 13,5 - 18,6                           | 30,96 ± 0,74        | -                                                           | 30,0 - 34,0    |
| Lunghezza orbita-angolo del preopercolo  | 15,2 - 20,0                           | 35,13 ± 0,55        | -                                                           | 32,0 - 36,0    |
| Lunghezza barbiglio                      | 2,8 - 4,6                             | 7,01 ± 1,06         | -                                                           | 6,0 - 10,0     |
| Spazio I°-II° dorsale                    | 5,0 - 9,6                             | 13,52 ± 1,56        | -                                                           | 10,0 - 16,0    |
| Lunghezza pettorali                      | 13,5 - 22,5                           | 31,77 ± 1,25        | -                                                           | 28,0 - 37,0    |
| Lunghezza raggi pelvici esterni          | 14,9 - 22,6                           | 34,19 ± 1,35        | -                                                           | 31,0 - 48,0    |
| Lunghezza base I° pinna dorsale          | 7,0 - 11,2                            | 17,41 ± 0,92        | -                                                           | -              |
| Altezza massima                          | 18,0 - 28,3                           | 43,57 ± 2,32        | -                                                           | -              |

b)

| Caratteri meristici          | Mari di Sardegna<br>(Presente lavoro) | Mediterraneo centro-occidentale<br>(Iwamoto e Ungaro, 2002) |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| N. raggi Prima pinna dorsale | 9-10                                  | II,7-9                                                      |
| N. raggi Pinne pettorali     | 17-19                                 | 16-19                                                       |
| N. raggi Pinne ventrali      | 7                                     | 7                                                           |

**Bibliografia**

- CAU A. (1979) - I contributo alla conoscenza dell'ittiofauna batiale dei mari della Sardegna meridionale (Osteichthyes). *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ., Cagliari*, **49** (3-4): 585-595.
- CAU A., MURA M. (1978) - Notizie sulla pesca bentobatiale nei mari della Sardegna Meridionale. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ., Cagliari*, **48** (Suppl.): 137-153.
- HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1975) - Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Metodos para investigar los recursos y su aplicacion. *Documentos Tecnicos, FAO, Pesca*, **115**: 1-21.
- IWAMOTO T., UNGARO N. (2002) - A new grenadier (Gadiformes, Macrouridae) from the Mediterranean. *Cybium*, **26** (1): 27-32.
- MASSUTÌ E., MORALES-NIN B., STEFANESCU C. (1995) - Distribution and biology of five grenadier fish (Pisces: Macrouridae) from the upper and middle slope of the northwestern Mediterranean. *Deep-Sea Research I*, **42** (3): 307-330.
- MATALLANAS J. (1983) - Primera captura de *Cataetyx alleni* (Byrne, 1906) (Pisces, Bythitidae) en el Mediterraneo espanol. *Inv. Pesq.*, **47** (3): 413-418.
- MURA M., CAU A. (1992) - Osservazioni su alcune comunità di vertebrati e macroinvertebrati demersali mesobatiali del canale di Sardegna. *Oebalia* (Suppl. 17): 67-73.
- ORSI L., RELINI G. (1972) - Recenti reperti ittologici su fondi fangosi batiali del Mar Ligure. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano*, **3-4**: 5-18.
- RAIMBAULT R. (1963) - Notes sur certaines espèces ichtyologiques capturées au cours des campagnes de l'Institut des Pêches en Méditerranée (1957-1961). *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **27** (1): 161-171.
- RELINI ORSI L. (1970) - Primo ritrovamento di un adulto di *Oculospinus brevis* Koefoed, 1927 (Pisces, Brotulidae) in Mediterraneo. *Ann. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **39**: 103-106.
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J., NIELSEN J., TORTONESE E. (eds) (1986) - Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean. *Unesco, Paris*, **2**: 1007 pp.

B. FRANCESCONI, M. SBRANA\*, I. ROSSETTI, S. DE RANIERI\*

Aplysia, Via Delle Viole, 1 – 57124 Livorno, Italy.  
aplysia1@libero.it

\*Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Livorno, Italy.

## GILLNET EFFICIENCY AND SELECTIVITY IN THE EXPLOITATION OF THE COMMON SOLE, *SOLEA VULGARIS* (QUENSEL, 1806), IN THE EASTERN LIGURIAN SEA

### *EFFICIENZA E SELETTIVITÀ DELLA RETE AD IMBROCCO PER LA CATTURA DELLA SOGLIOLA, SOLEA VULGARIS (QUENSEL, 1806), NEL MAR LIGURE ORIENTALE*

#### **Abstract**

*Catch efficiency and selectivity of gillnet for Solea vulgaris (Pisces, Soleidae) employed by the fishermen of Livorno fleet (eastern Ligurian Sea) were studied. Panels with three different mesh sizes (76.0, 80.0 and 84.0 mm stretched) were experimented. One-way ANOVA test showed no significant differences among the catches of common sole in number of specimens and total weight, obtained with the three different mesh sizes. Selectivity was estimated using the Sechin method; the model seemed suitable to describe the selectivity of this net.*

**Key-words:** *Solea vulgaris*, gillnets, gear selectivity, efficiency, eastern Ligurian Sea.

#### **Introduction**

The common sole, *Solea vulgaris*, is an important resource for the artisanal fishery of the eastern Ligurian Sea (Sbrana *et al.*, 2001). The species is subjected to a multigear exploitation and represents an important target for vessels using gillnet *ad hoc* designed to catch this resource. In the last years the use of this gear has increased in the area, in consequence of its high catch efficiency, especially during particular sea conditions (Fabi *et al.*, 2002). The gillnet for common sole is characterised by a low number of floats, that allows its partial lying down and high catches of benthic organisms, mostly flatfishes. The present paper concerns the catch efficiency and selectivity of gillnet for *S. vulgaris*. The study was realized in 2003, in the framework of an experimental project on the evaluation of the impact of this gear used by the artisanal fleet of Livorno (eastern Ligurian Sea) (Sbrana, 2003).

#### **Materials and methods**

The study was carried out on sand-muddy bottoms in the coastal area near the harbour of Livorno. Twenty experimental fishing trials were carried out by scientific personnel on-board of a professional vessel using a gillnet commonly employed by the local fishermen (1.2 m height and 80.0 mm stretched mesh size). At the same time, panels with other two mesh sizes were experimented (76.0 and 84.0 mm) (Tab. 1). The sheets of different mesh sizes were alternated along the net in order to have the same catch probability. The net was set at dusk and drawn up at dawn, for an average set of about 12 hours.

Tab. 1 - Technical characteristics of the gillnet (data referred to a single panel 70 m long).  
*Caratteristiche della rete a imbrocco (dati riferiti ad un singolo pannello di 70 m).*

| PANEL         |               |                       |                        |                  |                  | HEADLINE         |               |          | LEAD-<br>LINE<br>(g/m) |
|---------------|---------------|-----------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------|------------------------|
| Height<br>(m) | Length<br>(m) | Num.<br>mesh<br>width | Meshes                 |                  | Hanging<br>ratio |                  |               |          |                        |
|               |               |                       | Stretched<br>size (mm) | Diameter<br>(mm) |                  | Floats<br>N. tot | Diam.<br>(mm) | Material |                        |
| 1.2           | 70            | 2000                  | 76.0                   | 0.20             | 0.46             | 47               | 3             | Nylon    | 20                     |
| 1.2           | 70            | 2000                  | 80.0                   | 0.20             | 0.44             | 47               | 3             | Nylon    | 20                     |
| 1.2           | 70            | 2000                  | 84.0                   | 0.20             | 0.42             | 47               | 3             | Nylon    | 20                     |

Total length, maximum girth and gill girth (approximated to the nearest 0.5 cm) and total weight (approximated to the nearest 0.1 g) were collected for each specimen of common sole. Comparisons among length-frequency distributions of the individuals obtained with the different mesh sizes were performed applying the Kolmogorov-Smirnov test (Lindman, 1992). Selectivity was estimated from the girth data, using the indirect Sechin method (Sechin, 1969), as modified by Reis and Pawson (1992).

The differences among the catches in number and weight, obtained with each mesh size, were tested with the one-way ANOVA (Snedecor and Cochran, 1967). Data have been previously transformed (square root) in order to normalize distributions and to homogenize the variances. ANOVA was also performed to evaluate differences in the economic value of the catches obtained by the three mesh sizes. The economic value for each trip was estimate multiplying the mean price per kilo, estimated from the local market, per the weight of the catch of each mesh size.

## Results

A total of 396 individuals of *S. vulgaris* (205 males, 187 females and 4 undetermined) were collected. Results from the ANOVA test did not show significant differences among the catches obtained with the three mesh sizes, in terms of weight, number of specimens and economic value of the specimens collected.

The Kolmogorov-Smirnov test showed high significant differences ( $p < 0.01$ ) regarding size structure between 84.0 mm mesh size and the other two sizes, while similar size structure was observed comparing the catches obtained with the 76.0 and 80.0 mm meshes. All specimens caught resulted bigger than the minimum landing size (20.0 cm TL; EC Reg. 1626/94) (Fig. 1). On the contrary, a significant percentage of the catches obtained with the 76.0 and 80.0 mm mesh sizes was under the size at first maturity (25.0 cm TL; Relini *et al.*, 1999).

The results of the Sechin model seemed suitable to describe the gillnet selectivity for the common sole. The theoretical curves obtained from the model well fitted the length frequency distributions (Fig. 2), being over 80% the fraction of specimens falling inside the selection interval ( $p \geq 5\%$ , Tab. 2).

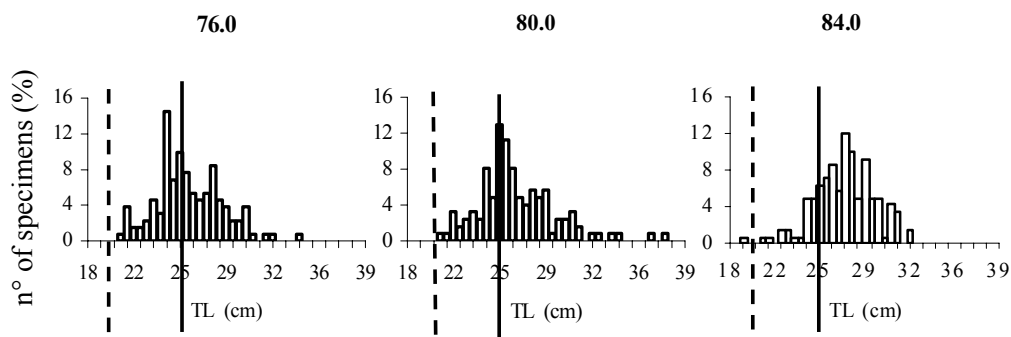


Fig. 1 - Length frequency distributions of *S. vulgaris* obtained with the three mesh sizes.  
*Distribuzioni di frequenza di taglia di *S. vulgaris* ottenute con le tre maglie.*

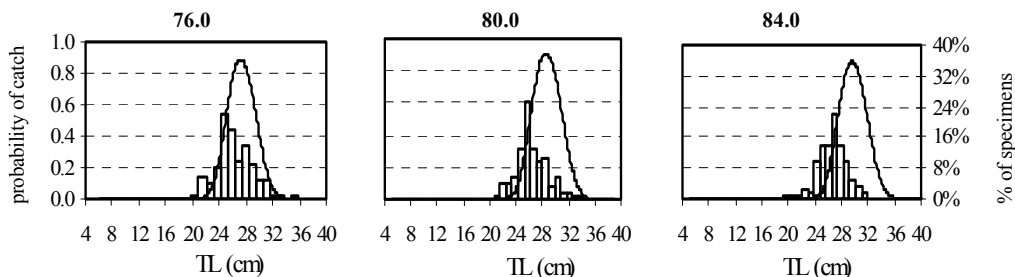


Fig. 2 - Selection curves and size distributions obtained for the three different mesh sizes.  
*Curve di selettività e distribuzioni di taglie ottenute per le tre differenti maglie.*

Tab. 2 - Selection parameters obtained for *S. vulgaris* through the Sechin method.  
*Parametri di selezione stimati per *S. vulgaris* con il metodo di Sechin.*

| Nominal mesh size (mm) | Optimal catch size (cm) | size range (cm)<br>p $\geq$ 5% | % individuals<br>p<5% left | % individuals<br>p $\geq$ 5% | % individuals<br>p<5% right |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 76,0                   | 26,5                    | 20,7 31,5                      | 0,0                        | 98,5                         | 1,5                         |
| 80,0                   | 28,5                    | 23,8 33,8                      | 8,9                        | 88,7                         | 2,4                         |
| 84,0                   | 29,6                    | 25,0 34,7                      | 16,3                       | 83,7                         | 0,0                         |

## Conclusions

Under a management point of view, the impact of the three mesh sizes experimented in this work on the common sole, seems to be not so high, mainly in consideration of the reduced fishing effort applied with these gillnets in the inve-

stigated area (Sbrana, 2003). The use of the 84.0 mm mesh size seems to achieve the best compromise between the need of protection of juveniles and the maximization of the economic value of the catch.

## References

- FABI G., GRATI F., SBRANA M. (2002) - *Attrezzi della piccola pesca utilizzati in funzione della successione stagionale e dell'eco-etologia delle specie ittiche in due aree costiere (Mar Ligure orientale e Medio Adriatico)*. Ministero Politiche Agricole e Forestali, Programma 4A55. Rapporto finale: 159 pp.
- LINDMAN H.R. (1992) - *Analysis of variance in experimental design*. Springer-Verlag Ed., New York: 531 pp.
- REIS E.G., PAWSON M.G. (1992) - Determination of gill-net selectivity for bass (*Dicentrarchus labrax* L.) using commercial catch data. *Fish. Res.*, **13**: 173-187.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). *Biol Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 868 pp.
- SBRANA M., BELCARI P., FRANCESCONI B., ROSSETTI I. (2001) - Exploitation of *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) with gillnet in a coastal area along the eastern Ligurian coast. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **36**: 322-323.
- SBRANA M. (Resp.) (2003) - *Individuazione di maglie più selettive nella pesca della sogliola, Solea vulgaris, con reti ad imbocco lungo il litorale livornese*. Regione Toscana, Programma SFOP 4MI01. Rapporto finale: 84 pp.
- SECHIN Y.T. (1969) - A mathematical model for selectivity curve of a gill net. *Rybn. Khoz.*, **45** (9): 56-58.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G. (1967) - *Statistical methods*. Iowa State University Press, Ames: 593 pp.

P. JEREB, D. CUCCU<sup>1</sup>, D. GIORDANO<sup>2</sup>, P. MAIORANO<sup>3</sup>, S. RAGONESE<sup>4</sup>

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM),  
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

p.jereb@icram.org

<sup>1</sup>Dip. Biol. Anim. ed Ecologia, Università di Cagliari, Italia.

<sup>2</sup>IAMC-CNR Sezione di Messina, Italia.

<sup>3</sup>Dip. di Zoologia, Università di Bari, Italia.

<sup>4</sup>IAMC-CNR Sezione di Mazara del Vallo (TP), Italia.

## USING HISTORICAL SERIES OF TRAWL SURVEYS DATA TO INVESTIGATE CEPHALOPODS: A NEW METHOD OF EXPLORATORY ANALYSIS

### *USO DELLE SERIE STORICHE DI CAMPAGNE SPERIMENTALI A STRASCICO PER LO STUDIO DEI CEFALOPODI: UN NUOVO METODO DI ANALISI ESPLORATIVA*

#### **Abstract**

*Yearly series of mean abundance indexes (kg and N by km<sup>2</sup>) and frequency of occurrence (% of positive hauls) derived by experimental trawl surveys carried on in four Italian areas for six species of cephalopods were analysed with a new methodology (i.e., preferential depth range, 3d plots and GIS mapping of homogeneous years). Highly different, no time oriented, spatial distributions were observed in the different sets. The new method is illustrated and results obtained for one of the analysed species reported as an example.*

**Key-words:** cephalopods, fishery, Italian Seas, trawling, new analytical techniques.

#### **Introduction**

Cephalopod captures production increased constantly on a world scale in the last decades (FAO, 2004). This increasing exploitation led to the development of a parallel concern towards the *status* of the resource; thus, increasing effort was focused to understand cephalopod biology and fishery ecology. The application to cephalopods of the conventional methods used to assess stocks *status* of other fishery resources, however, is hampered by the plasticity and flexibility of most cephalopod species life cycles and by the difficulties in obtaining integrated information from both commercial activity and experimental surveys (e.g., Belcari *et al.*, 2002; Roel & Payne, 1998). This is the case also for the Italian Seas cephalopods, that are monitored only by experimental trawl surveys (Relini, 2000). Within a broad research project carried out by five Italian research Institutes, data of abundance in number and weight of six species of cephalopods (*Sepia officinalis*, *Octopus vulgaris*, *Illex coindetii*, *Loligo vulgaris*, *Eledone cirrhosa* and *E. moschata*) in four Italian Geographical Areas (Sardinian Seas, southern Tyrrhenian Sea, Strait of Sicily and Ionian Sea) were analysed by using a new methodological approach. Results obtained for one of the investigated species in one of the studied areas are described as an example, since present work is aimed to illustrate the new approach used, focused to investigate cephalopod spatial distribution.



## Materials and methods

Data analysed come from the experimental trawl surveys carried out within the MEDITS and GRUND research projects (Abelló *et al.*, 2002; Relini, 2000). Mean abundance indices (AI), both in weight (Biomass Index, BI; kg/km<sup>2</sup>) and number (Density Index, DI; N/km<sup>2</sup>), and the frequency of occurrence (f%, i.e. % of positive hauls) within the preferred bathymetric ranges of each species distribution were computed according to the MEDITS protocol (Abelló *et al.*, 2002); GRUND and MEDITS datasets were analysed separately. Within the series available, years 'homogeneous' for AI and f% were selected by using bi-dimensional 3D plots, as illustrated for *Illex coindetii* of the Ionian Sea (BI, Y-axis, vs. DI, X-axis; f% is set on the Z-axis; Fig. 1 and 2). Two groups of homogenous years contrasting with each other (e.g., high vs. low AI and f%) were sorted out, and the corresponding spatial distributions derived by Geographic Information System (GIS) representations of each haul abundance value in number (Fig. 3a, b).

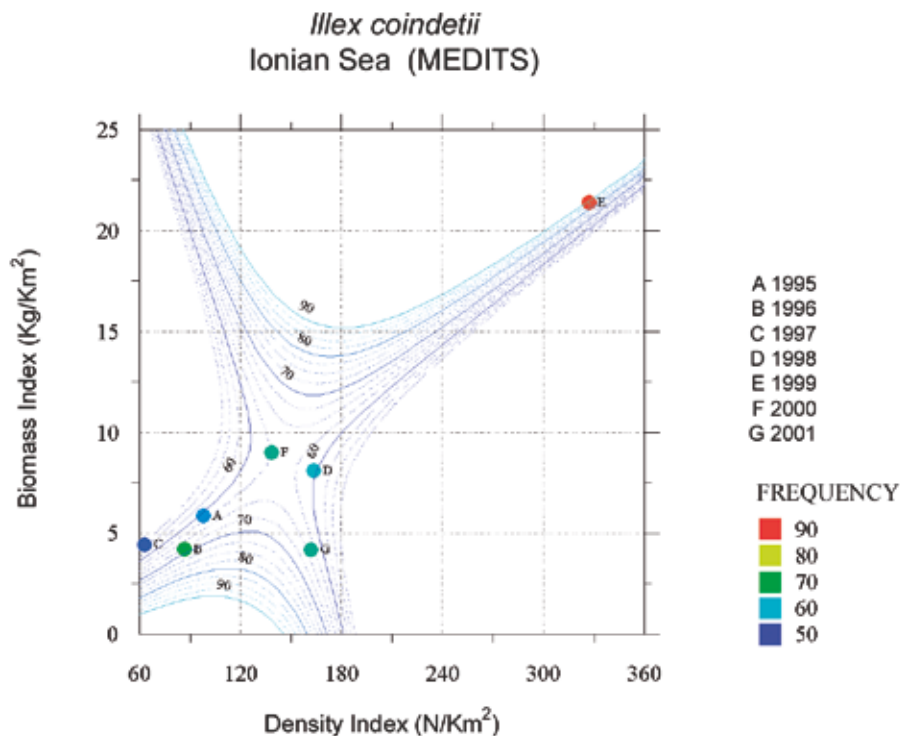


Fig. 1 - Graphic representation of mean values of abundance and frequency of occurrence. 'Anomalous' data, as, for example, years with unusually high values of abundance (i.e., 1999 in this case) are immediately evidenced.

Rappresentazione grafica dei valori medi dell' abbondanza e della frequenza di occorrenza. Dati 'anomali', quali, ad esempio, anni caratterizzati da valori insolitamente elevati di abbondanza (i.e. 1999 in questo caso), vengono immediatamente evidenziati.

ArcView Gis 3.2 was used to prepare the datasets and ArcGis 8.1 and the Inverse Distance Weighted interpolation matrices to perform the analysis, by considering the number of points closer to the estimator and with a fix power value equal to 2.

## Results

The 3D plots point out those situations which stand off the general frame due to peculiar values of some of the investigated parameters and allow an easy identification of homogeneous years within the series available. For example, years for which unusually high values of AI and/or f% were registered are immediately evidenced on the graphs (Fig. 1); the exclusion of these anomalous years normalizes the plot and allows the identification of the homogeneous years (Fig. 2). The GIS representations of abundance by pooling together homogeneous years showed highly different, clearly no time related, spatial distributions in the two different sets (Fig. 3 a, b), while a common pattern was evident within the same set of years, shown by the overlapping of the distribution values plotted.

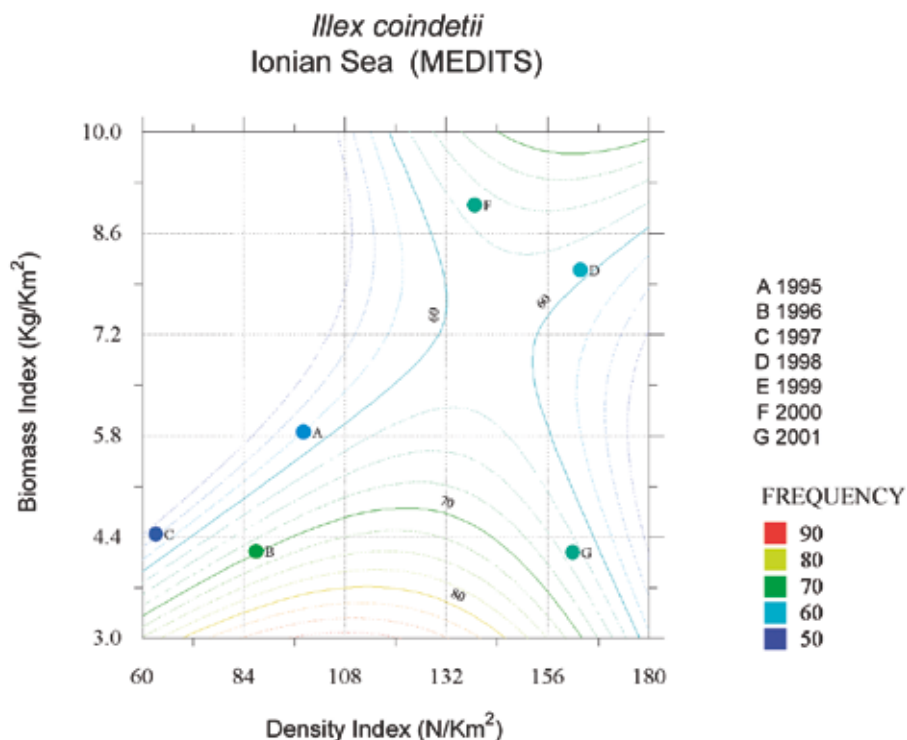


Fig. 2 - Graphic representation of mean values of abundance and frequency of occurrence after having removed the 'anomalous' data (year 1999). Years 1998 and 2000 (D, F) and 1995 and 1997 (A, C) are 'homogeneous'.

*Rappresentazione grafica dei valori medi dell'abbondanza e della frequenza di occorrenza dopo aver eliminato il dato 'anomalo' (anno 1999). Gli anni 1998 e 2000 (D, F) e 1995 e 1997 (A, C) sono 'omogenei'.*

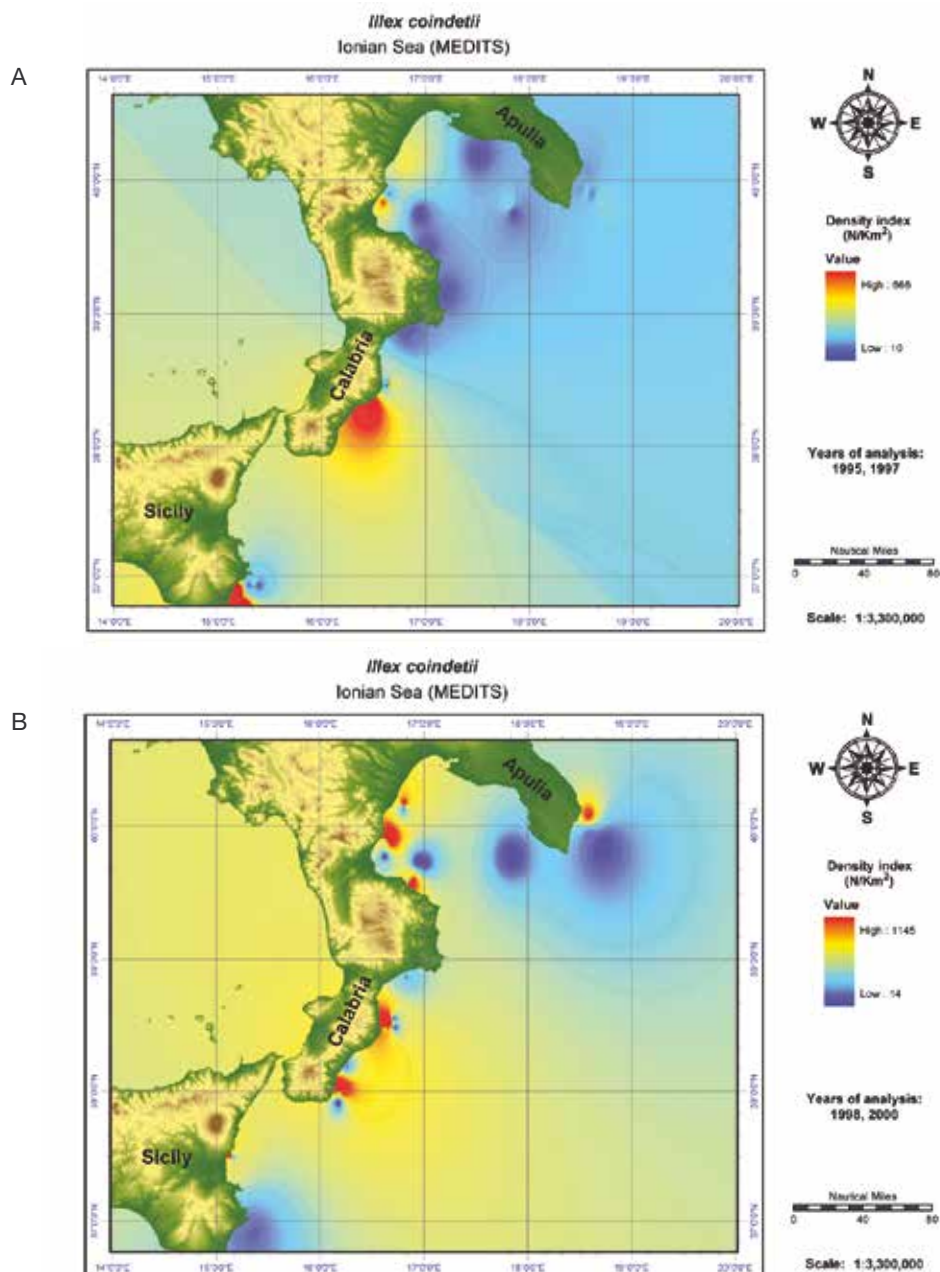


Fig. 3 - GIS representation of the species spatial distribution, with years 'homogeneous' for abundance and frequency of occurrence indices pooled together.

A - Years with 'high' indices values; B - Years with 'low' indices values.

Rappresentazione tramite GIS della distribuzione delle specie, ottenuta raggruppando anni 'omogenei' per valori degli indici di abbondanza e di frequenza di occorrenza.

A - Anni con valori 'alti' degli indici. B - Anni con valori 'bassi' degli indici.

## Conclusions

The advantage to use GIS representations of species distribution in fishery science is commonly acknowledged by modern research and the Italian national bottom trawl surveys data were already used to give important preliminary information on several demersal species (e.g., Ardizzone *et al.*, 1999). The new approach hereby illustrated gives additional strength to the commonly used GIS methodology (e.g., Wright and Bartlett, 2001), by allowing an insight investigation of species abundance and distribution in relation to different constraints that vary with time but constantly characterize different subsequent years. Also, attention is immediately drawn on those situations and areas that may represent key factors for the species life cycles. The identification of the most relevant factors involved-into and responsible-for the different distributions observed (e.g., environmental factors) and the assessment of their correlation with important phases of the populations life cycles, will give a very powerful tool to enlighten some critical aspects of cephalopod biology and ecology in the areas considered. Once integrated and tested by a multivariate statistical analysis, the procedure hereby described will allow to make an effective use of trawl surveys data to investigate cephalopods life cycles for fisheries purposes.

## Acknowledgements

We warmly thank Dr. Nicola Giovannini for his assistance in the preparation of the graphic section.

## References

- ABELLÓ P., BERTRAND J.A., DE SOLA GIL L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) – The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- ARDIZZONE G.D., CORSI F., AGNESI S. (eds) (1999) – Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane – Triennio 1994-1996. *Ministero per le Politiche Agricole*, Roma.
- BELCARI P., CUCCU D., GONZALEZ M., SRAIRI A., VIDORIS P. (2002) – Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 157-166.
- FAO (2004) – Fishstat plus (v. 2.30). Capture fish production (1950–2002). Also downloadable at: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>
- RELINI G. (2000) – Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.
- ROEL B.A., PAYNE A.I.L. (1998) – Management of the southern African chokka squid jig fishery under uncertainty regarding trends in resource abundance. *ICES C.M.* **1998/M16**.
- WRIGHT D.J., BARTLETT D.J. (eds) (2001) – Marine and coastal Geographical Information System. *Taylor & Francis, London*: 320 pp.

Both MEDITS and GRUND are programmes financially supported by the Italian Government, but we acknowledge that the completion of present analysis was funded by the E.U. Research Project CEPH-STOCK (*Cephalopod Stocks in European Waters: Review, Analysis, Assessment and Sustainable Management*), Concerted Action 2002-05.

S. LELLI, A. BELLUSCIO, P. CARPENTIERI, F. COLLOCA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza",  
Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma, Italia.

ECOLOGIA TROFICA DI *ILLEX COINDETII* E  
*TODAROPSIS EBLANAE* (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE)  
NEL MAR TIRRENO CENTRALE

*FEEDING OF ILLEX COINDETII AND TODAROPSIS EBLANAE*  
(*CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE*)  
IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA

**Abstract**

*Diet of the two shortfinned squids Illex coindetii and Todaropsis eblanae (Cephalopoda: Ommastrephidae) were analysed and compared as body size and depth distribution regards. The prey spectrum of the two species presents a low overlapping; both species feed mainly on pelagic and demersal preys (fishes Chupeiformes, Maurolicus muelleri, crustaceans Decapoda natantia and cephalopods Sepiolidae) within a bathimetric range which is partially overlapped.*

**Key-words:** *Cephalopoda, Illex coindetii, Todaropsis eblanae, feeding, Tyrrhenian Sea.*

**Introduzione**

I totani *Illex coindetii* (Vérany, 1839) e *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841), pur essendo specie accessorie della pesca a strascico, rappresentano importanti risorse ittiche per la pesca nel mar Mediterraneo (Sánchez *et al.*, 1998). Nonostante ciò le conoscenze su molti aspetti della biologia delle due specie, ed in particolare sull'alimentazione, sono ancora limitate e frammentarie. Questa ricerca analizza la loro ecologia trofica in relazione all'accrescimento e alla distribuzione batimetrica.

**Materiali e metodi**

Il materiale raccolto proviene dalle campagne di pesca sperimentali GRUND e MEDITS (Relini, 1998; Bertrand *et al.*, 2002) effettuate tra il 2000 ed il 2001; l'area studiata è compresa tra l'isola di Giannutri a nord e la foce del Garigliano a sud. Le due specie sono state campionate tra 80 e 600 m di profondità. Questo intervallo batimetrico è stato suddiviso in tre fasce: piattaforma continentale ( $\leq 120$  m di profondità), bordo della piattaforma continentale (da 121 a 170 m) e scarpata continentale ( $\geq 170$  m). In totale sono stati esaminati 876 individui di *I. coindetii* di taglia compresa tra 30 e 220 mm di lunghezza del mantello (LM) e 150 individui di *T. eblanae* in un intervallo tra 30 e 190 mm LM. Sono state rilevate le principali misure biometriche degli esemplari e, dove presenti, prelevati i contenuti stomacali che successivamente sono stati pesati e analizzati. I totani sono stati suddivisi in tre classi di taglia (LM in mm), diverse per le due specie, per poter meglio analizzare le variazioni della dieta durante le varie fasi dell'accrescimento: per *I. coindetii*  $30 \leq LM1 \leq 85$ ;  $86 \leq LM2 \leq 125$ ;  $LM3 \geq 126$ . Per *T. eblanae*  $10 \leq LM1 \leq 80$ ;  $81 \leq LM2 \leq 120$ ;  $LM3 \geq 121$ .

Tab. 1 – Composizione della dieta di *I. coindetii* e *T. eblanae* nel mar Tirreno centrale.*Prey spectrum of I. coindetii and T. eblanae in the Central Tyrrhenian Sea.*

|                                      | <i>Illex coindetii</i> |       |       | <i>Todaropsis eblanae</i> |       |       |
|--------------------------------------|------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
|                                      | N%                     | F%    | NI%   | N%                        | F%    | NI%   |
| Classe BIVALVIA                      | -                      | -     | -     | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Bivalvia n.i.                        | -                      | -     | -     | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Classe GASTROPODA                    | 8,06                   | 1,96  | 3,97  | 17,61                     | 4,04  | 8,43  |
| <i>Limacina inflata</i>              | 7,94                   | 1,71  | 3,68  | 16,9                      | 3,03  | 7,16  |
| Gastropoda n.i.                      | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Classe CEPHALOPODA                   | 22,66                  | 43,16 | 31,27 | 7,04                      | 10,10 | 8,43  |
| <i>Sepietta oweniana</i>             | 1,07                   | 2,21  | 1,54  | 1,41                      | 2,02  | 1,69  |
| <i>Rossia macrosoma</i>              | 0,36                   | 0,74  | 0,52  | -                         | -     | -     |
| Sepiolidae n.i.                      | 2,61                   | 4,41  | 3,39  | -                         | -     | -     |
| Sepioidea n.i.                       | 0,36                   | 0,74  | 0,52  | -                         | -     | -     |
| <i>Alloteuthis</i> spp.              | 1,54                   | 2,45  | 1,94  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Loliginidae n.i.                     | 1,66                   | 3,43  | 2,39  | -                         | -     | -     |
| <i>Illex coindetii</i>               | 0,59                   | 1,23  | 0,85  | -                         | -     | -     |
| <i>Todaropsis eblanae</i>            | 0,59                   | 0,98  | 0,76  | -                         | -     | -     |
| Ommastrephidae n.i.                  | 0,36                   | 0,74  | 0,52  | -                         | -     | -     |
| Histioteuthidae n.i.                 | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| <i>Onychoteuthis banksii</i>         | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Teuthoidea n.i.                      | 3,32                   | 6,86  | 4,77  | 1,41                      | 2,02  | 1,69  |
| Octopoda n.i.                        | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Cephalopoda n.i.                     | 9,60                   | 18,14 | 13,20 | 2,82                      | 4,04  | 3,38  |
| Subphylum CRUSTACEA                  | 12,70                  | 25,02 | 17,83 | 16,90                     | 16,16 | 16,53 |
| Mysidacea n.i.                       | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Amphipoda n.i.                       | 0,71                   | 0,98  | 0,83  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Euphausiacea n.i.                    | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Sergestidae n.i.                     | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| <i>Pasiphaea sivado</i>              | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| <i>Pasiphaea</i> spp.                | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| <i>Plesionika</i> spp.               | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Crangonidae n.i.                     | 0,71                   | 1,47  | 1,04  | -                         | -     | -     |
| Decapoda Natantia n.i.               | 3,08                   | 5,88  | 4,26  | 3,52                      | 5,05  | 4,22  |
| Decapoda n.i.                        | 0,95                   | 1,96  | 1,36  | 1,41                      | 2,02  | 1,69  |
| Brachyura n.i.                       | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Decapoda Reptantia n.i.              | 0,83                   | 1,72  | 1,19  | -                         | -     | -     |
| Calanoida n.i.                       | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Crustacea n.i.                       | 4,98                   | 10,05 | 7,07  | 11,27                     | 8,08  | 9,54  |
| Classe OSTEICHTHYES                  | 56,19                  | 83,88 | 68,65 | 57,75                     | 68,69 | 62,98 |
| Congridae n.i.                       | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| <i>Engraulis encrasicolus</i>        | 11,61                  | 17,65 | 14,31 | -                         | -     | -     |
| <i>Sardina pilchardus</i>            | 1,30                   | 1,96  | 1,60  | -                         | -     | -     |
| <i>Alosa alosa</i>                   | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Clupeidae n.i.                       | 1,66                   | 2,94  | 2,21  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Clupeiformes n.i.                    | 1,07                   | 2,21  | 1,54  | 1,41                      | 1,01  | 1,19  |
| <i>Argentina sphyraena</i>           | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| <i>Glossanodon leioglossus</i>       | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| <i>Maurolicus muelleri</i>           | 5,81                   | 4,66  | 5,20  | 7,04                      | 5,05  | 5,96  |
| Stomiiformes n.i.                    | 0,71                   | 1,47  | 1,02  | -                         | -     | -     |
| Myctophidae n.i.                     | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Macrouridae n.i.                     | -                      | -     | -     | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| <i>Merluccius merluccius</i>         | 1,78                   | 3,68  | 2,56  | -                         | -     | -     |
| <i>Gadiculus argenteus argenteus</i> | 0,71                   | 1,23  | 0,93  | 1,41                      | 2,02  | 1,69  |
| Gadidae n.i.                         | 0,71                   | 1,23  | 0,93  | -                         | -     | -     |
| <i>Micromesistius poutassou</i>      | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Scorpaenidae n.i.                    | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Triglidae n.i.                       | 0,24                   | 0,49  | 0,34  | -                         | -     | -     |
| Centracanthidae n.i.                 | 0,12                   | 0,25  | 0,17  | -                         | -     | -     |
| Gobiidae n.i.                        | 0,36                   | 0,74  | 0,52  | 2,11                      | 2,02  | 2,06  |
| <i>Capros aper</i>                   | -                      | -     | -     | 0,70                      | 1,01  | 0,84  |
| Osteichthyes n.i.                    | 29,03                  | 43,14 | 35,39 | 42,25                     | 53,54 | 47,56 |

(n.i.: non identificati; not identified)

Le prede sono state smistate e classificate al più basso livello tassonomico possibile.

Per l'analisi quantitativa della dieta sono stati applicati (in %) i seguenti indici alimentari: Composizione Numerica  $N = (n \text{ rinvenimenti della preda } i\text{-esima} / n \text{ rinvenimenti di tutte le prede})$ ; Indice di frequenza relativa  $F = (n \text{ stomaci in cui si è rinvenuta la preda } i\text{-esima} / n \text{ totale stomaci pieni})$ . In più stata calcolata anche l'Importanza numerica ( $NI = N \cdot F$ ).

La similarità trofica tra le diverse classi di taglia è stata esaminata utilizzando l'indice di Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994) e la cluster analysis.

## Risultati

In totale sono state identificate 771 prede per *I. coindetii* e 142 per *T. eblanae* appartenenti a 52 differenti taxa (Tab. 1) di cui 25 sono stati rilevati unicamente negli stomaci di *I. coindetii* e 3 in quelli di *T. eblanae*.

*Illex coindetii* si alimenta principalmente di pesci ossei ( $NI=68,65\%$ ) e cefalopodi ( $NI=31,27\%$ ) ed è stato campionato prevalentemente sul bordo della piattaforma tra 121 e 170 m di profondità (Fig. 1). Nella fascia batimetrica più superficiale si nutre principalmente di acciughe (*Engraulis encrasicolus*) e clupeidi, in quella intermedia ancora di acciughe, di naselli (*Merluccius merluccius*), del piccolo pesce pelagico gregario *Mauroliscus muelleri*, di crostacei decapodi natanti e

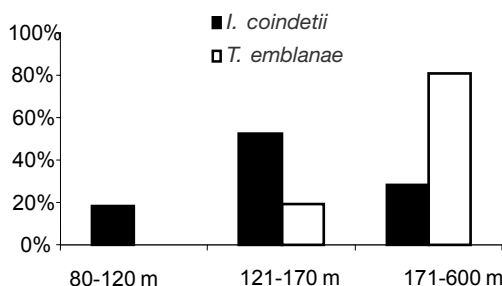


Fig. 1 - Frequenza di ritrovamento delle due specie nelle tre fasce batimetriche considerate.

*Frequency of occurrence of the two species in the three bathymetric strata.*

di cefalopodi appartenenti alla famiglia Sepiolidae; nella fascia più profonda prevalgono nella dieta *M. muelleri* e cefalopodi appartenenti all'ordine Teuthoidea.

*Todaropsis eblanae* basa la propria dieta prevalentemente su pesci ossei ( $NI=62,98\%$ ) e crostacei ( $NI=16,53\%$ ); non è stato campionato sulla piattaforma continentale e raggiunge di gran lunga le maggiori concentrazioni lungo la scarpa continentale fino a 600 m di profondità (Fig. 1). Anche *T. eblanae* a queste profondità si nutre in prevalenza di *M. muelleri*; inoltre sono state rinvenute in maniera cospicua prede di bassissimo peso e quindi accessorie per la dieta (gastropodi pelagici, misidacei, anfipodi).

L'analisi della similarità nella dieta evidenzia una scarsa sovrapposizione nello spettro trofico delle due specie (Fig. 2). A livello intraspecifico, la dieta di *I. coindetii* non evidenzia cambiamenti significativi con la crescita, mentre in *T. eblanae* si eviden-



zia una separazione trofica degli individui di piccola taglia (10-80 mm LM) rispetto agli esemplari intermedi (81-120 mm LM) e a quelli più grandi (>120 mm LM).

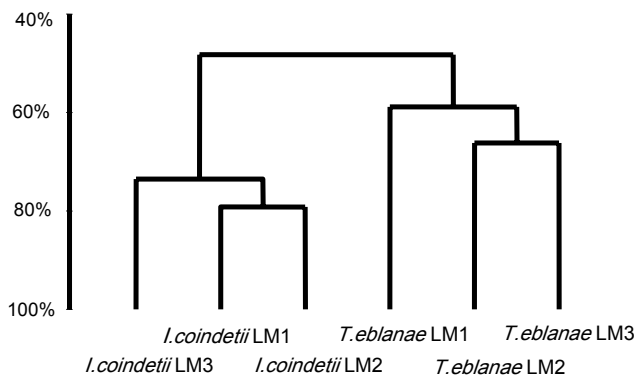


Fig. 2 - Dendrogramma sulla similarità nella composizione della dieta tra le diverse classi di taglia di *I. coindetii* e *T. eblanae*.

*Dendrogram of similarity in the diet of I. coindetii and T. eblanae among the different length classes.*

## Conclusioni

In base ai risultati di questo studio, possiamo affermare che l'attività predatoria di entrambe le specie viene esercitata prevalentemente nella colonna d'acqua; meno frequentemente le due specie predano organismi che vivono vicino o sul fondo (naselli, macruridi, gobidi ed ottopodi). I pesci ossei, ed in misura minore cefalopodi e crostacei, sono di gran lunga le prede più importanti per *I. coindetii* e *T. eblanae*, come già evidenziato da Rasero *et al.* (1996) nelle acque galiziane; è invece inatteso l'alto numero di rinvenimenti di gasteropodi pelagici.

Le due specie risultano segregate da un punto di vista trofico probabilmente in relazione alla loro differente distribuzione batimetrica. Infatti, quando *T. eblanae* si ritrova nel range batimetrico tipico di *I. coindetii*, si nutre delle prede preferite da quest'ultima specie, cioè clupeiformi e *M. muelleri*.

## Bibliografia

- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) - The general specifications of the Medits survey. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, UK: 144 pp.
- RASERO M., GONZÁLEZ A.F., CASTRO B.G., GUERRA A. (1996) - Predatory relationship of two sympatric squid, *Todaropsis eblanae* and *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Galician waters. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **76**: 73-87.
- RELINI G. (1998) - Demersal trawl surveys in Italian seas: a short review. *Ifremer, Actes de Colloques*, **26**: 46-75.
- SÁNCHEZ P., GONZÁLEZ A.F., JEREB P., LAPTIKHOVSKI V.V., MANGOLD K.M., NIGMATULLIN Ch.M., RAGONESE S. (1998) - *Illex coindetii*. *FAO Fish. Tech. Paper*, **376**: 59-76.



I. LEONORI, S. PALLADINO, G. COSIMI, G. BUGLIONI, V. PALUMBO

ISMAR-CNR, Sezione Pesca Marittima, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.  
i.leonori@ismar.cnr.it

## SVILUPPO DI UN CAMPIONATORE STANDARDIZZATO PER LA VALUTAZIONE DELLE RISORSE DEMERSALI

### *DEVELOPMENT OF A STANDARDIZED BOTTOM SAMPLER FOR TRAWL SURVEY*

#### **Abstract**

*To date, trawl surveys were carried out along Italian coasts by scientific teams of GRUND using the local commercial trawls. The comparison of catch data required an intercalibration among the different fishing powers. A new standardized bottom sampler (STD/B) has been built and set during four trips in Adriatic and Tyrrhenian Sea. In this paper its performance in different fishing grounds and depth and the catch results are reported.*

**Key-words:** *fishing tecnology, bottom trawls, resource exploration.*

#### **Introduzione**

Negli ultimi anni è stata fortemente avvertita la necessità di adottare un'unica attrezzatura standardizzata da parte delle 11 Unità Operative afferenti al GRUND (GRUpo Nazionale Demersali). L'esigenza di poter facilmente confrontare i dati raccolti dalle singole UU.OO. senza ricorrere ad intercalibrazioni fra i poteri di cattura delle differenti attrezzature impiegate (Auteri *et al.*, 1990; Fiorentini *et al.*, 1999a), ha comportato la richiesta di un nuovo campionatore per trawl survey idoneo ai fondali del Mediterraneo (Leonori *et al.*, 2003a).

#### **Materiali e metodi**

E' stata progettata una rete a strascico del tipo "volantina", a bracci spaccati, che consente una discreta apertura verticale pur mantenendo un'elevata aderenza con il fondo marino. Le caratteristiche tecniche del campionatore (STD/B) sono mostrate in Fig. 1. La nuova attrezzatura da pesca (Leonori *et al.*, 2003b) può essere trainata da un peschereccio di circa 500 HP (373 kW) di potenza.

In totale sono state effettuate 4 campagne sperimentali: le prime due sono state condotte rispettivamente nel settembre 2001 e nel maggio 2002 in Adriatico Centrale, a varie profondità (16-217 m), a bordo della N/R "G. Dallaporta" dell'ISMAR-CNR. Le altre due campagne sono state effettuate nel maggio 2003 in Tirreno Centro Meridionale presso l'U.O. 5 del GRUND con il M/P "Gabriella madre" (447 kW) e nel Basso Adriatico presso l'U.O. 9 con il M/P "Pasquale Cristina" (746 kW), scelte in base alla loro disponibilità ed alle caratteristiche dei fondali. L'attrezzatura è stata testata in diverse condizioni operative, fino a profondità di 560 m, impiegando l'equipaggio locale.

Il comportamento in mare del campionatore in fase di pesca è stato monitorato in continuo (Fiorentini *et al.*, 1998) utilizzando un sistema di sensori acustici subacquei (Scanmar) per la misura dei principali parametri idrodinamici.



Tab. 1 - Rendimenti ottenuti con la rete standardizzata STD/B e con la rete commerciale di confronto sulle principali specie catturate in Medio Adriatico (GMA = specie bersaglio GRUND per l'Alto e Medio Adriatico).

*Comparative efficiency of the STD/B and the commercial trawls for the main caught species in Central Adriatic Sea (GMA = GRUND target species for Northern and Central Adriatic Sea).*

| Specie                               | taglia media |       | presenza cale |       | N/km <sup>2</sup> |      |       |      |                  |                 | kg/km <sup>2</sup> |      |       |      |                  |                 |
|--------------------------------------|--------------|-------|---------------|-------|-------------------|------|-------|------|------------------|-----------------|--------------------|------|-------|------|------------------|-----------------|
|                                      | STDB         | Comm. | STDB          | Comm. | STDB              |      | Comm. |      | test T signif. P | Coeff. STDB/Com | STDB               |      | Comm. |      | test T signif. P | Coeff. STDB/Com |
|                                      |              |       |               |       | Media             | CV   | Media | CV   |                  |                 | Media              | CV   | Media | CV   |                  |                 |
| <b>PESCI</b>                         | (cm)         | (cm)  |               |       |                   |      |       |      |                  |                 |                    |      |       |      |                  |                 |
| <i>Merlangius merlangus</i>          | 9.3          | 9.4   | 77%           | 83%   | 117.4             | 60%  | 100.2 | 55%  | 0.886            | 1.17            | 2.6                | 80%  | 2.0   | 92%  | 0.635            | 1.33            |
| <i>Merluccius merluccius</i> (GMA)   | 11.8         | 16.3  | 100%          | 100%  | 824.2             | 18%  | 484.8 | 10%  | 0.184            | 1.70            | 35.0               | 21%  | 29.2  | 13%  | 0.480            | 1.20            |
| <i>Mullus barbatus</i> (GMA)         | 13.4         | 13.7  | 54%           | 50%   | 7.5               | 111% | 8.2   | 112% | 0.935            | 0.91            | 0.9                | 165% | 1.1   | 124% | 0.844            | 0.86            |
| <i>Trisopterus minutus capelanus</i> | 6.3          | 6.4   | 100%          | 92%   | 358.0             | 27%  | 140.1 | 54%  | 0.290            | 2.56            | 2.0                | 90%  | 1.9   | 111% | 0.946            | 1.05            |
| <b>CEFALOPODI</b>                    |              |       |               |       |                   |      |       |      |                  |                 |                    |      |       |      |                  |                 |
| <i>Eledone moschata</i> (GMA)        | -            | -     | 62%           | 25%   | 8.3               | 92%  | 2.0   | 195% | 0.186            | 4.18            | 1.7                | 134% | 1.0   | 223% | 0.577            | 1.77            |
| <i>Illex coindetii</i> (GMA)         | -            | -     | 69%           | 92%   | 34.2              | 71%  | 52.6  | 44%  | 0.635            | 0.65            | 4.6                | 74%  | 4.3   | 67%  | 0.908            | 1.07            |
| <i>Loligo vulgaris</i> (GMA)         | -            | -     | 15%           | 25%   | 0.5               | 247% | 0.8   | 181% | 0.520            | 0.62            | 0.1                | 249% | 0.1   | 183% | 0.852            | 0.84            |
| <i>Sepia officinalis</i> (GMA)       | -            | -     | 54%           | 67%   | 8.2               | 98%  | 6.7   | 79%  | 0.134            | 1.23            | 0.2                | 164% | 0.1   | 93%  | 0.217            | 2.69            |
| <b>CROSTACEI</b>                     | (mm)         | (mm)  |               |       |                   |      |       |      |                  |                 |                    |      |       |      |                  |                 |
| <i>Nephrops norvegicus</i> (GMA)     | 24.8         | 26.4  | 62%           | 58%   | 41.3              | 90%  | 31.6  | 98%  | 0.851            | 1.30            | 4.6                | 87%  | 4.2   | 99%  | 0.913            | 1.09            |
| <i>Parapenaeus longirostris</i>      | -            | -     | 69%           | 67%   | 12.4              | 75%  | 10.5  | 83%  | 0.850            | 1.18            | 0.3                | 122% | 0.3   | 124% | 0.906            | 0.94            |
| <i>Squilla mantis</i> (GMA)          | -            | -     | 46%           | 50%   | 6.7               | 115% | 8.8   | 110% | 0.803            | 0.76            | 0.7                | 130% | 0.8   | 119% | 0.788            | 0.84            |

Tab. 2 - Principali specie catturate con la rete standardizzata STD/B durante la 3<sup>a</sup> e la 4<sup>a</sup> campagna, rispettivamente in Tirreno Centro Meridionale e in Basso Adriatico (G = specie bersaglio GRUND).

*The STD/B main species caught during the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> trips in Central Tyrrhenian and Southern Adriatic Sea respectively (G = GRUND target species).*

| Specie                                  | TIRRENO CENTRO MERIDIONALE |               |                   |      |                    |      | BASSO ADRIATICO |               |                   |      |                    |      |
|-----------------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------|------|--------------------|------|-----------------|---------------|-------------------|------|--------------------|------|
|                                         | taglia media               | presenza cale | N/km <sup>2</sup> |      | kg/km <sup>2</sup> |      | taglia media    | presenza cale | N/km <sup>2</sup> |      | kg/km <sup>2</sup> |      |
|                                         |                            |               | Media             | CV   | Media              | CV   |                 |               | Media             | CV   | Media              | CV   |
| <b>PESCI</b>                            | (cm)                       |               |                   |      |                    |      | (cm)            |               |                   |      |                    |      |
| <i>Helicolenus d. dactylopterus</i> (G) | -                          | 50%           | 12.61             | 123% | 0.75               | 158% | 19.7            | 100%          | 387.53            | 6%   | 46.23              | 16%  |
| <i>Lepidorhombus boschii</i> (G)        | 13.3                       | 50%           | 6.64              | 116% | 2.32               | 130% | 22.1            | 60%           | 14.09             | 91%  | 2.97               | 94%  |
| <i>Lophius piscatorius</i>              | -                          |               |                   |      |                    |      | 18.0            | 60%           | 7.77              | 92%  | 2.40               | 111% |
| <i>Merluccius merluccius</i> (G)        | 11.3                       | 100%          | 1385.80           | 26%  | 52.26              | 40%  | 17.3            | 100%          | 99.63             | 46%  | 18.56              | 19%  |
| <i>Micromesistius potassou</i> (G)      | 25.4                       | 75%           | 70.39             | 73%  | 9.15               | 73%  | 9.7             | 80%           | 24.07             | 87%  | 1.16               | 87%  |
| <i>Mullus barbatus</i> (G)              | 14.8                       | 50%           | 6.40              | 117% | 0.82               | 123% | 17.7            | 40%           | 7.58              | 137% | 1.98               | 137% |
| <i>Phycis blennoides</i> (G)            | 14.1                       | 75%           | 59.66             | 70%  | 3.94               | 82%  | 25.5            | 80%           | 21.78             | 70%  | 6.61               | 69%  |
| <b>CEFALOPODI</b>                       |                            |               |                   |      |                    |      |                 |               |                   |      |                    |      |
| <i>Eledone cirrhosa</i> (G)             | -                          | 75%           | 12.07             | 71%  | 3.40               | 89%  | 7.6             | 80%           | 30.02             | 75%  | 7.06               | 90%  |
| <b>CROSTACEI</b>                        | (mm)                       |               |                   |      |                    |      | (mm)            |               |                   |      |                    |      |
| <i>Aristaeomorpha foliacea</i> (G)      | -                          | 25%           | 4.17              | 200% | 0.35               | 200% | -               |               |                   |      |                    |      |
| <i>Aristeus antennatus</i> (G)          | -                          |               |                   |      |                    |      | 37.7            | 40%           | 6.90              | 138% | 0.85               | 139% |
| <i>Nephrops norvegicus</i> (G)          | 11.6                       | 50%           | 13.19             | 121% | 1.58               | 120% | 34.9            | 40%           | 2.83              | 158% | 0.39               | 217% |
| <i>Parapenaeus longirostris</i> (G)     | -                          | 75%           | 49.28             | 73%  | 1.23               | 136% | 26.8            | 80%           | 31.81             | 72%  | 0.68               | 144% |
| <i>Plesionika</i> spp.                  | -                          | 50%           | 40.64             | 122% | 2.47               | 184% | -               | 60%           | 26.27             | 93%  | 0.55               | 124% |

sono risultate simili. Il confronto sotto l'aspetto dei rendimenti ha permesso di valutare la capacità di cattura dei due attrezzi che hanno mostrato piccole e non significative differenze per le specie principali (Tab. 1). La rete standardizzata, essendo un campionatore, ha la dimensione delle maglie del sacco (10 mm di lato) inferiore alla rete commerciale di confronto (22 mm di lato); ciò ha consentito una maggiore cattura di giovanili pur mantenendo pressoché costante la cattura degli adulti della stessa specie.

La terza campagna in Tirreno Centro Meridionale (4 cale) ha evidenziato l'efficienza della rete STD/B, catturando un elevato numero di specie per ogni frazione commerciale, in relazione all'alta biodiversità tipica dell'area esplorata.

La quarta campagna in Basso Adriatico (5 cale) si è rivelata molto interessante per la tipologia di pescato e soprattutto per le dimensioni delle catture. E' stata caratterizzata da un'alta percentuale di presenza di importanti specie bersaglio GRUND e da una buona cattura di specie tipiche di fondi mesobatiali e batiali come lo scorfano di fondale (*Helicolenus dactylopterus*).

Le specie principali con i relativi rendimenti di cattura sono riportati in Tab. 2.

## Conclusioni

L'attrezzatura standardizzata sperimentata ha mostrato una buona capacità di campionare sulla porzione vulnerabile di una determinata popolazione ittica catturando in contemporanea giovanili ed esemplari adulti, specie di fondo e mesopelagiche, esplorando così una buona porzione della colonna d'acqua pur mantenendo un'ottima e continua aderenza con il fondo, tipica delle reti a strascico italiane.

L'analisi dei parametri geometrici rilevati alle varie profondità in Medio e Basso Adriatico e in Tirreno Centro Meridionale, ha mostrato un buon assetto della rete STD/B, indicando stabilità nel comportamento del campionatore. I parametri tecnologici si mantengono pressoché costanti all'interno di una stessa batimetrica e al variare della profondità mostrano variazioni contenute.

Si è provveduto alla stesura di una bozza del protocollo di utilizzo dell'attrezzatura standardizzata da parte del GRUND con indicazioni sull'uso del campionatore nelle diverse condizioni operative. L'utilizzo dell'attrezzo comune renderà più agevole il compito dell'Amministrazione Centrale di valutare e gestire i risultati così ottenuti per una stima delle risorse nazionali demersali quanto più corretta ed esaustiva possibile.

## Bibliografia

- AUTERI R., BAINO R., RIGHINI P., SERENA F. (1990) - Valutazione delle risorse demersali: proposta di un metodo per rendere confrontabili i rendimenti. *Oebalia* (Suppl.), **16** (1): 209-216.
- BAINO R., LEONORI I., RINELLI P., PERDICHIZZI F. (2004) - Analisi preliminare del comportamento di due reti a strascico utilizzate nelle campagne di pesca "GRUND" *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 710-714.
- BERTRAND J.A., LEONORI I., DREMIÈRE P.Y., COSIMI G. (2002) - Depth trajectory and performance of a trawl used for an international bottom trawl survey in the Mediterranean. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 169-182.
- FIORENTINI L., COSIMI G., SALA A., LEONORI I., PALUMBO V. (1998) - Ulteriori osservazioni sulle prestazioni delle attrezzature a strascico impiegate per la valutazione delle risorse demersali in Italia. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 792-801.

- FIorentini L., COSIMI G., LEONORI I., PALUMBO V., SALA A. (1999a) - Valutazione delle Risorse Demersali, Tecnologia della Pesca, Contributo allo studio della selettività ed alla intercalibrazione delle attrezzature da pesca utilizzate per la valutazione delle risorse demersali GRUND. *Rapporto Finale MIPAF*: 11 pp.
- FIorentini L., DREMIÈRE P.Y., LEONORI I., SALA A., PALUMBO V. (1999b) - Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean International Trawl Survey (MEDITS). *Aquat. Living Resour.*, **12** (3): 187-205.
- LEONORI I., COSIMI G., PALLADINO S., SALA A., PALUMBO V. (2003a) - Valutazione delle Risorse Demersali, Tecnologia della Pesca (GRUND 3-U.O. 12). *Rapporto Finale MIPAF*: 27 pp.
- LEONORI I., COSIMI G., PALLADINO S., BUGLIONI G., SALA A., PALUMBO V. (2003b) - Sviluppo di un'attrezzatura da pesca standardizzata per la valutazione delle risorse demersali. *Rapporto Finale MIPAF*: 108 pp.

C. LONGO, F. COLLOCA, P. CARPENTIERI, A. BELLUSCIO, G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza",  
Viale dell'Università, 32 – 00185 Roma, Italia.

## STRATEGIE ADATTATIVE E SEGREGAZIONE TROFICA TRA *ARGENTINA SPHYRAENA* E *GLOSSANODON LEIOGLOSSUS* (TELEOSTEA, ARGENTINIDAE)

## ADAPTIVE STRATEGIES AND DIETARY OVERLAP AMONG *ARGENTINA SPHYRAENA* AND *GLOSSANODON LEIOGLOSSUS* (TELEOSTEA, ARGENTINIDAE)

### Abstract

*The teleosteans Argentina sphyraena and Glossanodon leioglossus, are two poorly known Mediterranean species belonging to the family Argentinidae. In the present study they revealed a marked trophic segregation and substantial differences in their life cycles.*

**Key-words:** *Argentinidae, feeding behaviour, life cycle, trophic relationships.*

### Introduzione

*Argentina sphyraena* (Linnaeus, 1758) e *Glossanodon leioglossus* (Valenciennes, 1848) costituiscono importanti frazioni del by-catch della pesca a strascico sui fondi del bordo della piattaforma e della scarpata tirrenica. La loro biologia è tuttavia pressoché sconosciuta nel Mediterraneo. *A. sphyraena* è una specie euribata rinvenuta tra i 50 ed i 500 m di profondità, in gran parte del Mediterraneo e nell'Atlantico orientale dalle coste dell'Africa occidentale alla Norvegia. *G. leioglossus* si concentra tra i 120 ed i 400 m, in un areale geografico più ridotto non raggiungendo in Atlantico latitudini superiori alla penisola iberica. Le principali differenze morfologiche tra le due specie, molto simili all'apparenza, riguardano la morfologia dell'apparato buccale (Cohen, 1984). In questo studio sono stati confrontati alcuni aspetti dell'ecologia delle due specie nell'area del Tirreno centrale in particolare per quanto riguarda la loro ecologia trofica.

### Materiali e metodi

I dati utilizzati sono stati ottenuti da campionamenti con rete a strascico effettuati nel mar Tirreno centrale nel corso di sei campagne sperimentali condotte tra il 1997 ed il 2002 (GRUND e MEDITS: Relini e Piccinetti, 1996; Bertrand *et al.*, 2002) e nell'ambito di un progetto finalizzato allo studio dei ritmi circadiani nelle specie ittiche demersali (Carpentieri, 2004). Nel corso dello studio sono stati presi in esame 3044 individui di *A. sphyraena* e 1976 individui di *G. leioglossus*. Per lo studio della dieta sono stati analizzati i contenuti di 697 (*A. sphyraena*) e 297 (*G. leioglossus*) stomaci. L'abbondanza percentuale in peso (W) e la frequenza percentuale di occorrenza (F) sono state calcolate per i principali taxa di prede (Hyslop, 1980). La sovrapposizione di nicchia trofica tra le due specie è stata stimata utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis calcolato impiegando i valori di abbondanza in peso (W) delle prede principali per stagione e classe di taglia (3 classi

di taglia per specie: *A. sphyraena*: 5-9,9; 10-14,4; 14,5-19 cm LT; *G. leioglossus*: 4-8,4; 8,5-10,4; 10,5-13 cm LT) e la Multidimensional Scaling (MDS).

## Risultati

*A. sphyraena* è risultata diffusa soprattutto tra i 150 ed i 400 m (Fig. 1a). *G. leioglossus* si concentra soprattutto tra i 200 ed i 300 m (Fig. 1b), con distribuzione geografica a mosaico, lasciando supporre una spiccata tendenza a riunirsi in branchi. Le due specie raggiungono le abbondanze più elevate sull'orizzonte superiore della scarpata. La stagione riproduttiva di *A. sphyraena* si estende dalla fine dell'inverno alla primavera inoltrata (Fig. 1a), mentre elevate percentuali di esemplari maturi di *G. leioglossus* sono state osservate in ogni periodo di studio (Fig. 1b).

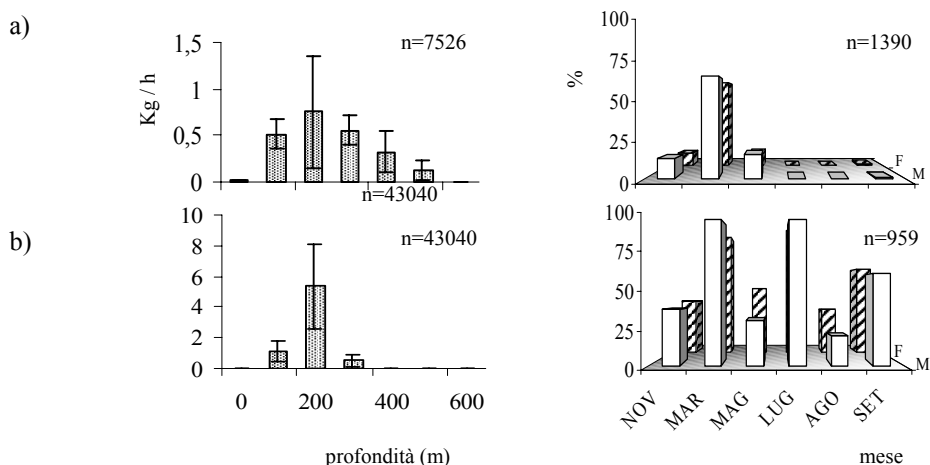


Fig. 1 - Rendimenti medi per strato batimetrico in kg/h (GRUND 1997-2002) e percentuale di individui maturi per stagione rispettivamente in: a) *A. sphyraena*, b) *G. leioglossus*.

Average yields by depth in kglhour (GRUND 1997-2002) and mature individuals' percentage by season, respectively in: a) *A. sphyraena*, b) *G. leioglossus*. Profondità: depth; mese: month. NOV: November, MAR: March, MAG: May, LUG: July, AGO: August, SET: September.

L'alimentazione di *A. sphyraena* si compone di uno spettro ampio di *taxa* (52 specie identificate). Le prede principali sono invertebrati bentonici (policheti, echinodermi, crostacei peracaridi, gasteropodi, bivalvi, sepiolidi), ma sono presenti nella dieta anche specie in grado di compiere ampie migrazioni verticali nictemerali e che si trovano nei pressi del fondo durante le ore diurne (taliacei, sifonofori, eufausiacei ecc.; Tab. 1). La dieta di *G. leioglossus* è composta quasi esclusivamente da specie zooplanctoniche (17 specie identificate; Tab. 1). Le due specie formano due gruppi ben distinti nell'ordinamento MDS (Fig. 2), indicando una bassa similarità trofica. In ambedue le specie la stagione di campionamento appare il fattore più importante nel determinare le differenze nella dieta osservate

tra gruppi di taglia, in particolare per *G. leioglossus* che evidenzia forti variazioni stagionali nella dieta. Le fluttuazioni stagionali nella composizione dello spettro trofico evidenziano in entrambi gli argentinidi la capacità di sfruttare opportunisticamente le diverse risorse disponibili nel corso dell'anno.

Tab. 1 - Principali gruppi di prede di *A. sphyraena* e *G. leioglossus* nei diversi periodi di studio. F: indice percentuale di frequenza di occorrenza; W: indice percentuale di abbondanza in peso; n° specie: numero di specie identificate.

*Main prey types in A. sphyraena and G. leioglossus by sampling season. F: percent frequency of occurrence index; W: percent weight index; n° specie: number of species identified.*

|                                            | Luglio'01 |       | Novembre'01 |      | Marzo'02 |      | Maggio'02 |       | Agosto'02 |       | n° specie |
|--------------------------------------------|-----------|-------|-------------|------|----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| <i>A. sphyraena:</i>                       | F         | W     | F           | W    | F        | W    | F         | W     | F         | W     |           |
| MOLLUSCA                                   | 0,0       | 0,0   | 17,1        | 6,0  | 7,3      | 0,2  | 13,0      | 6,0   | 6,0       | 0,0   | 5         |
| Gastropoda                                 | 0,0       | 0,0   | 3,7         | 0,3  | 4,0      | 0,2  | 5,6       | 0,0   | 3,7       | 0,0   | 3         |
| Bivalvia                                   | 0,0       | 0,0   | 6,1         | 1,1  | 2,0      | 0,0  | 4,3       | 0,0   | 1,9       | 0,0   | 1         |
| Cephalopoda (Sepioidae)                    | 0,0       | 0,0   | 7,3         | 4,6  | 1,3      | 0,0  | 3,7       | 6,0   | 0,9       | 0,0   |           |
| POLYCHAETA                                 | 28,0      | 29,9  | 34,1        | 36,6 | 21,3     | 3,8  | 44,7      | 32,1  | 14,4      | 5,0   |           |
| CRUSTACEA                                  | 88,0      | 38,6  | 52,4        | 23,4 | 51,3     | 5,0  | 65,2      | 8,2   | 48,8      | 21,1  | 44        |
| Copepoda                                   | 2,0       | 0,0   | 2,4         | 0,0  | 10,0     | 0,2  | 8,7       | 0,0   | 0,9       | 0,0   | 6         |
| Euphausiacea                               | 0,0       | 0,0   | 0,0         | 0,0  | 0,7      | 0,0  | 0,0       | 0,0   | 13,5      | 3,3   | 2         |
| Decapoda                                   | 2,0       | 1,3   | 2,4         | 1,8  | 0,7      | 1,6  | 8,7       | 3,6   | 7,4       | 15,4  | 4         |
| Peracarida                                 | 78,0      | 29,3  | 37,8        | 13,4 | 40,7     | 1,8  | 50,9      | 4,3   | 28,4      | 1,7   | 30        |
| Mysidacea                                  | 72,0      | 27,3  | 7,3         | 4,9  | 2,7      | 1,6  | 3,7       | 0,5   | 13,5      | 1,1   | 4         |
| Cumacea                                    | 10,0      | 0,1   | 7,3         | 0,0  | 12,0     | 0,0  | 18,0      | 0,0   | 1,4       | 0,0   | 4         |
| Tanaidacea                                 | 10,0      | 0,4   | 3,7         | 0,1  | 8,0      | 0,0  | 11,2      | 0,0   | 6,5       | 0,0   | 3         |
| Isopoda                                    | 18,0      | 0,4   | 11,0        | 6,9  | 4,0      | 0,1  | 13,7      | 0,4   | 7,0       | 0,5   |           |
| Amphipoda                                  | 20,0      | 0,9   | 15,9        | 1,5  | 30,0     | 0,1  | 23,0      | 3,4   | 11,2      | 0,1   | 19        |
| ECHINODERMATA                              | 22,0      | 3,7   | 32,9        | 25,5 | 7,3      | 1,9  | 36,6      | 24,4  | 1,4       | 0,0   | 3         |
| Crinoidea ( <i>Leptometra phalangium</i> ) | 10,0      | 0,8   | 8,5         | 0,6  | 4,0      | 0,3  | 29,2      | 20,8  | 0,5       | 0,0   | 1         |
| Holothuroidea (Apodiformes)                | 2,0       | 0,7   | 4,9         | 18,6 | 0,0      | 0,0  | 0,0       | 0,0   | 0,0       | 0,0   |           |
| Echinoidea                                 | 0,0       | 0,0   | 0,0         | 0,0  | 0,0      | 0,0  | 0,0       | 0,0   | 0,5       | 0,0   |           |
| Ophiuroidea (Amphiuridae)                  | 10,0      | 2,2   | 19,5        | 6,3  | 3,3      | 1,6  | 11,8      | 2,6   | 0,9       | 0,0   | 2         |
| TUNICATA (Thaliacea)                       | 0,0       | 0,0   | 6,1         | 2,0  | 81,3     | 88,0 | 0,0       | 0,0   | 82,8      | 66,8  | 1         |
| TELEOSTEA                                  | 16,0      | 6,1   | 2,4         | 0,3  | 0,7      | 0,3  | 8,1       | 20,0  | 2,3       | 6,9   |           |
| <i>G. leioglossus:</i>                     |           |       |             |      |          |      |           |       |           |       |           |
| MOLLUSCA                                   | 0,0       | 0,0   | 72,3        | 88,7 | 91,0     | 78,5 | 2,0       | 0,0   | 2,9       | 0,0   | 3         |
| Limacinae ( <i>Limacina retroversa</i> )   | 0,0       | 0,0   | 68,1        | 88,7 | 91,0     | 78,5 | 2,0       | 0,0   | 2,9       | 0,0   | 1         |
| Cavolinidae                                | 0,0       | 0,0   | 7,7         | 0,0  | 0,0      | 0,0  | 0,0       | 0,0   | 0,0       | 0,0   | 2         |
| CRUSTACEA                                  | 100,0     | 100,0 | 87,2        | 10,8 | 83,3     | 19,9 | 100,0     | 100,0 | 98,1      | 100,0 | 14        |
| Copepoda                                   | 100,0     | 100,0 | 83,0        | 10,7 | 83,3     | 19,9 | 26,0      | 0,1   | 12,4      | 0,0   | 10        |
| Euphausiacea                               | 0,0       | 0,0   | 2,1         | 0,0  | 0,0      | 0,0  | 8,0       | 27,9  | 83,8      | 98,1  | 2         |
| Decapoda                                   | 0,0       | 0,0   | 0,0         | 0,0  | 2,6      | 0,0  | 72,0      | 66,6  | 0,0       | 0,0   |           |
| Brachyura ( <i>larvae megalopae</i> )      | 0,0       | 0,0   | 0,0         | 0,0  | 2,6      | 0,0  | 72,0      | 66,6  | 0,0       | 0,0   |           |



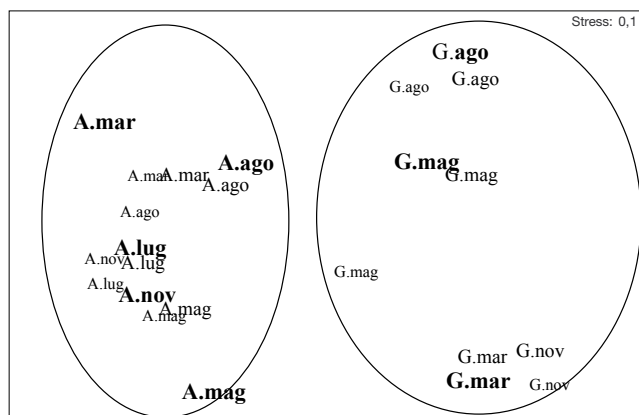


Fig. 2 - Ordinamento MDS della composizione della dieta di *A. sphyraena* (indicato con A.) e *G. leioglossus* (indicato con G.) nelle diverse stagioni (lug: luglio; nov: novembre; mar: marzo; mag: maggio; ago: agosto) per classe di lunghezza (3 classi per specie, indicate con dimensioni dei caratteri progressivamente crescenti).

*Multidimensional Scaling (MDS) of dietary composition in A. sphyraena (indicated using A.) and G. leioglossus (indicated using G.) according to sampling season (lug: July; nov: November; mar: March; mag: May; ago: August) and size class (3 length classes for each species, represented by progressively increasing character size).*

## Conclusioni

Le due specie non mostrano alcuna sovrapposizione di nicchia trofica, indicando assenza di competizione interspecifica in condizioni di risorse trofiche limitanti. *A. sphyraena* presenta una distribuzione euribata, possibilmente legata ad una maggiore flessibilità nella dieta, basata principalmente su specie epibentoniche, ma che occasionalmente include prede pelagiche. *G. leioglossus* si rinviene localmente spesso in densità molto elevate e all'interno di un intervallo batimetrico più ristretto, dove preda gli "sciame" di zooplancton. Inoltre, pur trattandosi di specie confamiliari, con un'ampia sovrapposizione nella distribuzione batimetrica, hanno evoluto il proprio ciclo vitale secondo strategie adattative distinte. In *A. sphyraena* l'allocatione energetica nella riproduzione appare limitata ad una parte dell'anno, mentre *G. leioglossus* mostra un'attività riproduttiva pressoché continua.

## Bibliografia

- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPCOSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) - The general specifications of the Medits survey. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- CARPENTIERI P. (2004) - Fluttuazioni giornaliere di abbondanza e di attività trofica delle specie ittiche presenti sui fondi detritici del bordo della piattaforma tirrenica. Tesi di Dottorato, Università di Roma "La Sapienza".
- COHEN D.M. (1984) - Argentinidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North East Atlantic and Mediterranean*, UNESCO, Paris, **1**: 386-391.
- HYSLOP E.J. (1980) - Stomach content analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, **17**: 411-429.
- RELINI G., PICCINETTI C. (1996) - Ten years of trawl surveys in Italian seas. *FAO Fish. Rep.*, **533**: 21-41.

T. MAGGIO, F. ANDALORO<sup>1</sup>, M. FALAUTANO<sup>1</sup>, G. LEMBO<sup>2</sup>, M. ARCULEO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

<sup>1</sup>I.C.R.A.M., Palermo, Italia.

<sup>2</sup>COISPA, Bari, Italia.

## GENETIC VARIATION OF DUSKY GROUPER (*EPINEPHELUS MARGINATUS*, LOWE 1834)

### *VARIAZIONE GENETICA DELLA CERNIA BRUNA* (*EPINEPHELUS MARGINATUS*, LOWE 1834)

#### **Abstract**

*In the present work, we report data on genetic variation of Epinephelus marginatus (Serranidae) samples from Ustica island (MPA), Lampedusa and Azores islands (not MPA). Genetic variation has been studied using cytochrome b gene comparing the three Ustica reserve areas (A, B and C) and Lampedusa and Azores islands. In Ustica analysis, C area was much more different than A and B areas; among three islands, Ustica resulted the most variable population and the most different. These results could be provide useful information for management and conservation program.*

**Key-words:** *Epinephelus marginatus, Serranidae, cytochrome b sequences.*

#### **Introduction**

Dusky grouper is one of the most important coastal species, often considered flag species of marine protected areas (MPAs) in Mediterranean sea. Because of the strong fishery effort, dusky grouper populations showed a serious decrease in number of individuals; this has led to list it as endangered species in ECNC. High density of dusky groupers can be encountered only in MPA where commercial and recreational fishery effort is very low or completely absent. The behavioural (e.g. site fidelity and spawning aggregation) and biological characteristics (proterogynous hermaphrodite, with a long life cycle) render this species more vulnerable where fishery effort is high. In the present work, we report data on genetic variation of *Epinephelus marginatus* samples from Ustica island (MPA), Lampedusa and Azores islands (not MPA). The islands have been chosen because of their geographical position and their different protection. Genetic variation has been estimated within the Ustica sample comparing three areas with different level of protection (A, B and C) and between samples from protected and no protected areas by analysing sequence variation of a 440 bp cytochrome b gene fragment.

#### **Materials and methods**

Specimens of dusky grouper were collected from Ustica island (A, fully protected, B and C areas) Lampedusa, and Azores. A small piece of caudal fin for each specimen was preserved in ethanol (70-90%) or frozen at -20 °C. Genomic DNA was extracted using DNeasy Tissue Kit (QIAGEN). A portion of mtDNA gene, cytochrome b was amplified using 28For and 34Rev primers (Gilles *et al.*, 2000). PCR was carried out in a Perkin Elmer Cetus Thermal cycler in a 100 µl

solution containing 1 ng genomic DNA, 0.2  $\mu$ M each dNTPs, 0.1  $\mu$ M each primer, 10 mM buffer 10 $\times$ , 1.5 mM MgCl<sub>2</sub> and 2.5 units of Perkin Elmer Taq polymerase. PCR products were purified and sequenced on ABI prism automated sequencer. Sequences were aligned using the alignment software Clustal W (Thompson *et al.*, 1994). Data analysis were conducted using the software DNAsp (Rozas & Rozas, 1997) Mega (Kumar *et al.*, 2000) e Arlequin (Excoffier *et al.*, 1992).

## Results

*Genetic variation in Ustica sample.* The haplotypic variation of the cytochrome b gene fragment in the three areas was shown in Tab. 1. The maximum value of Tamura-Nei genetic distance is 0.082 between area A and area C and the minimum value is 0.007 between A and B. Analysis of molecular variance (AMOVA) shows that the highest percentage of difference is within population;  $\Phi_{st}$  value is significant ( $\Phi_{st}=0.055$ ;  $p<0.05$ ) showing a genetic heterogeneity among areas analysed.

Tab. 1 - Sequence variability in the 440 bp portion of cytochrome b gene of dusky grouper specimens in area A, B and C from Ustica.

*Variabilità delle sequenze di 440 bp del citocromo b di esemplari di cernia bruna nelle zone A, B e C dell'isola di Ustica.*

|   | N°<br>specimens | Haplotype<br>Number | Unique<br>Haplotype | Polimorphic<br>sites | Haplotypic<br>Diversity | Nucleotidic<br>Diversity |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| A | 12              | 9                   | 6                   | 10                   | 0.939                   | 0.007                    |
| B | 10              | 6                   | 3                   | 10                   | 0.867                   | 0.007                    |
| C | 6               | 4                   | 2                   | 6                    | 0.900                   | 0.007                    |

*Genetic variation among Ustica, Lampedusa and Azores.* Sequence variability of the areas analysed is shown in Tab. 2. The maximum value of Tamura-Nei genetic distance is 0.022 between Ustica and Azores and the minimum value is 0.008 between Lampedusa and Azores. Analysis of molecular variance (AMOVA) shows that the highest percentage of difference is within population;  $\Phi_{st}$  value is significant ( $\Phi_{st}=0.13$ ;  $p<0.05$ ) showing a genetic heterogeneity among areas analysed.

Tab. 2 - Sequence variability in the 440 bp portion of cytochrome b gene of dusky grouper specimens from Ustica, Lampedusa and Azores.

*Variabilità delle sequenze di 440 bp del citocromo b di esemplari di cernia bruna nelle zone A, B e C provenienti da Ustica, Lampedusa e Azzorre.*

|           | N°<br>specimens | Haplotype<br>Number | Unique<br>Haplotype | Polimorphic<br>sites | Haplotypic<br>Diversity | Nucleotidic<br>Diversity |
|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ustica    | 28              | 16                  | 11                  | 15                   | 0.886                   | 0.007                    |
| Lampedusa | 18              | 7                   | 5                   | 9                    | 0.691                   | 0.006                    |
| Azzorre   | 11              | 6                   | 3                   | 6                    | 0.833                   | 0.005                    |

## Conclusions

The data reported show a heterogeneous genetic structure either in *Ustica* or in three islands comparisons. In the first case, area C results different from areas A and B which result homogeneous genetically; it is probable that fishery effort in the area C could affect genetic variability. In the second case, *Ustica* population results different from Lampedusa and Azores. This genetic heterogeneity could depend on different level of protection, Lampedusa and Azores are not MPA. These data could be helpful in management and conservation programme even if additional data on other marine reserves could be useful to evaluate the genetic heterogeneity of this species.

## References

- EXCOFFIER L., SMOUSE P.E., QUATTRO J.M. (1992) – Analysis of molecular variance inferred from metric distance among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, **131**: 479-491.
- GILLES A., MIQUELIS A., QUIGNARD J.P., FAURE A. (2000) – Molecular phylogeography of Western Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus*. *C.R. Acad. Sci. Paris Science de la vie*, **323**: 195-205.
- KUMAR S., TAMURA K., JAKOBSEN I.B., NEI M. (2001) - MEGA2: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software. *Bioinformatics*, **17** (12): 1244-1245.
- ROZAS J., ROZAS R. (1997) - DnaSP version 2.0: a novel software package for extensive molecular population genetics analysis. *Comput. Applic. Biosci.*, **13**: 307-311.
- THOMPSON J.D., HIGGINS D.G., GIBSON T.J. (1994) - CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, **22**: 4673-4680.

This research was supported partially by Fondi Ateneo ex 60% 2002 and AMP “Isola di Ustica”.

C.A. MARANO, L. CERIOLA, M. MARTINO, L. QUARANTA, N. UNGARO

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) – 70123 Bari, Italia.  
biologia.marina@teseo.it

SULLA LUNGHEZZA DI PRIMA MATURITÀ DI  
*TRACHYRHYNCHUS TRACHYRHYNCHUS* (RISSO, 1810)  
(OSTEICHTHYES, MACROURIDAE) NEL BASSO ADRIATICO

ON THE LENGTH AT FIRST MATURITY OF *TRACHYRHYNCHUS*  
*TRACHYRHYNCHUS* (RISSO, 1810) (OSTEICHTHYES,  
MACROURIDAE) IN THE SOUTHERN ADRIATIC

**Abstract**

In the present paper an estimation of the length at first maturity of *Trachyrhynchus trachyrhynchus* (*Osteichthyes*, *Macrouridae*) in the Adriatic Sea is reported. Specimens were caught during experimental surveys carried out in 2003, within the framework of the deep-fishery research project carried out at Southern Adriatic bathyal bottoms (700-1200 m). On the basis of maturity ogive the relevant length at maturity of females, in terms of Pre-Anal length (PAL) were 16.7 cm, 18.3 cm and 20.0 cm for  $PAL_{25\%}$ ,  $PAL_{50\%}$  and  $PAL_{75\%}$  respectively.

**Key-words:** *Osteichthyes*, *Macrouridae*, *Trachyrhynchus trachyrhynchus*, sexual maturity, Adriatic Sea.

**Introduzione**

*Trachyrhynchus trachyrhynchus* (Risso, 1810) è una specie bento-nectonica a prevalente distribuzione batiale, presente nel bacino del Mediterraneo e nell'adiacente Atlantico orientale (Cohen *et al.*, 1990; Whitehead *et al.*, 1986; Fisher *et al.*, 1987).

Sebbene gli aspetti generali della biologia della specie siano stati già affrontati in letteratura, rimangono alcune lacune su aspetti di dettaglio quali l'insorgere della maturità sessuale (Motais, 1960; Tortonese, 1970; Crespo *et al.*, 1976; Ibanez, 1977; Relini Orsi e Wurtz, 1979; Massutì *et al.*, 1995; D'Onghia *et al.*, 1996; D'Onghia *et al.*, 1999; Marano *et al.*, 2001). A riguardo, le informazioni disponibili sugli aspetti legati alla riproduzione sono, seppure menzionate, talvolta non approfondite nel dettaglio (Motais, 1960; Relini Orsi e Wurtz, 1979; Massutì *et al.*, 1995; D'Onghia *et al.*, 1996; D'Onghia *et al.*, 1999).

Obiettivo di questo lavoro, pertanto, è lo studio e l'identificazione della lunghezza di prima maturità della specie nel Basso Adriatico.

**Materiali e metodi**

Gli individui di *T. trachyrhynchus* esaminati sono stati raccolti durante due campagne sperimentali di pesca a strascico (una primaverile ed una autunnale) svolte nell'Adriatico Meridionale durante l'anno 2003, alle batimetrie comprese tra 700 e 1200 m. Gli esemplari sono stati misurati (PAL, lunghezza pre-ale in cm) e, utilizzando la scala riportata da Nikolsky (1963), sono stati attribuiti gli stadi maturativi tramite esame macroscopico delle gonadi.

Il numero di esemplari esaminati e le attribuzioni degli stadi maturativi hanno permesso di calcolare le percentuali di maturità per taglia, considerando individui "maturi" quelli caratterizzati da stadi compresi tra IV e VI.

Lo studio dell'insorgenza della maturità sessuale è stato svolto mediante l'applicazione del classico modello logistico, che ha permesso di stimare i valori corrispondenti alle lunghezze in cui il 25%, il 50% ed il 75% della popolazione risulta maturo sessualmente.

## Risultati

Il numero totale di individui osservati è risultato pari a 370, di cui 149 maschi e 221 femmine.

Le percentuali di maturità per taglia hanno fornito dei valori utilizzabili per le elaborazioni successive solo nel caso del sesso femminile. In particolare è stato possibile determinare lo stadio di maturità delle gonadi di tutti i 221 esemplari di sesso femminile, di cui il 25% circa in fase "matura". La frazione relativa all'altro sesso non ha prodotto gli stessi risultati, probabilmente a causa delle difficoltà incontrate nell'osservazione macroscopica delle fasi maturative dei maschi, e nella successiva attribuzione agli stadi definiti, oltre che al numero più limitato di esemplari.

L'applicazione del modello logistico si è basata dunque sui dati riferiti alle femmine, e l'ogiva di maturità risultante (Fig. 1) ha fornito le stime di  $PAL_{25\%}$ ,  $PAL_{50\%}$  e  $PAL_{75\%}$  rispettivamente alle taglie di 16,7 cm, 18,3 cm e 20,0 cm.

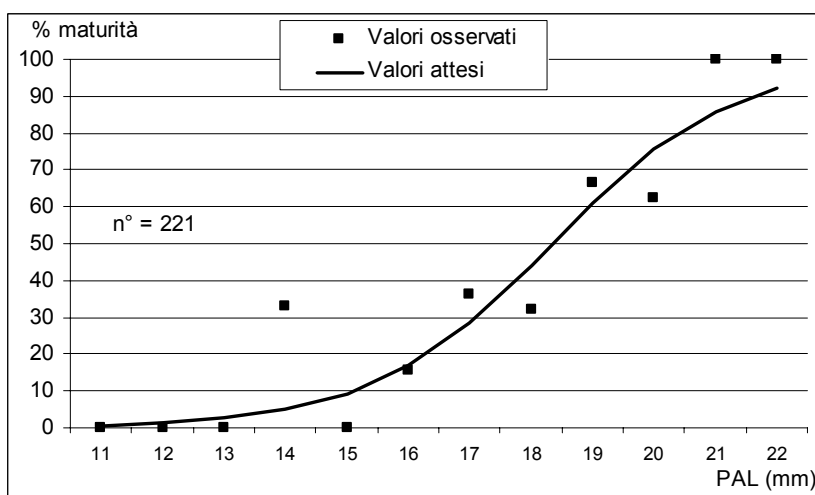


Fig. 1 - Ogiva di maturità sessuale delle femmine di *T. trachyrhynchus* catturate nell'Adriatico meridionale tra 700 e 1200 m di profondità.

*Maturityogive of T. trachyrhynchus females collected in the southern Adriatic at 700-1200 m depth range.*

## Conclusioni

La stima relativa alla taglia di maturità al 50% per la specie, pari a 18,3 cm PAL, risulta in accordo con quanto riportato da Motais (1960) e da Relini Orsi e

Wurtz (1979), Autori secondo i quali la maturità si raggiungerebbe a taglie maggiori di 16 cm (PAL), superato il terzo anno di età.

In termini generali i risultati ottenuti possono contribuire ad incrementare la quantità di dati ed informazioni sull'argomento specifico, rivestendo la conoscenza della biologia delle specie "profonde" una notevole importanza (Clarke *et al.*, 2003). Gli ambienti batiali ed abissali, infatti, proprio a causa dei bassi tassi metabolici, e della limitata resilienza che li caratterizza, vengono considerati "ecosistemi fragili", e risultano quindi, più facilmente perturbabili da attività antropiche quali la pesca (Merrett e Haedrich, 1997). Questo tipo di considerazioni dovrebbe essere tenuto in debito conto qualora si voglia prevedere e pianificare un eventuale sfruttamento razionale delle risorse abisso-batiali e/o determinare il potenziale produttivo (in termini di catture/sforzo sostenibile) degli stessi.

### Bibliografia

- CLARKE M.W., KELLY C.J., CONNOLLY P.L., MOLLOY J.P. (2003) – A life history approach to the assessment and management of deepwater fisheries in the northeast Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **31**: 401-411.
- COHEN D.M., INADA T., IWAMOTO T., SCIALABBA N. (1990) - FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, **125**: 442 pp.
- CRESPO J., REY J.C., CAMIÑAS J.A. (1976) – *Trachyrhynchus trachyrhynchus* (Risso 1810) del mar de Alborán (region surmediterranea) Pesca y Rendimiento. Areas de distribucion. Biología y Biometria. *Bol. Inst. Espan. Oceanogr.*, **218**: 3-22.
- D'ONGHIA G., BASANISI M., MATARRESE A., MEGLI F. (1999) – Reproductive strategies in macrourid fish: seasonality or not? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **184**: 189-196.
- D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M. (1996) – Reproduction of macrourids in the upper slope of the north-western Ionian Sea. *Journal of Fish Biology*, **49** (Supp. A): 311-317.
- FISHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) – *Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Vertébrés (Révision 1)*. Rome, FAO, **2**: 761-1530.
- IBÁÑEZ M. (1977) – Notas ictiológicas IV. Contribución al estudio de la biología de un pez batibéntico *Trachyrhynchus trachyrhynchus* (Risso) en el Mediterráneo y Atlántico N.E.. *Munibe*, **29**: 213-230.
- MARANO C.A., MARZANO M.C., STRIPPOLI G., BERTOLDI G. (2001) – Informazioni preliminari sull'accrescimento di *Trachyrhynchus trachyrhynchus* (Risso, 1810) nell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 723-725.
- MASSUTÍ E., MORALES-NIN B., STEFANESCU C. (1995) – Distribution and biology of five grenadier fish (Pisces: Macrouridae) from upper and middle slope of the northwestern Mediterranean. *Deep-Sea Research I.*, **42** (3): 307-330.
- MERRETT N.R., HAEDRICH R. (1997) – *Deep-sea fish and fisheries*. Chapman e Hall, London: 282 pp.
- MOTAIS R. (1960) – Quelques observations sur la biologie d'un poisson abyssal *Trachyrhynchus trachyrhynchus* Risso et sur les conditions de vie en mer profonde. *Bull. Inst. Océanogr.*, **1165**: 1-79.
- NIKOLSKY G.V. (1963) – *The Ecology of fishes*. London Academic Press.
- RELINI ORSI L., WURTZ M. (1979) – Biology of *Trachyrhynchus trachyrhynchus* (Risso, 1810) (Osteichthyes, Macrouridae) during the first years of benthic life. *Rapp. Comm. Mer Medit.*, **25/26** (10): 71-77.
- TORTONESE E. (1970) - *Osteichthyes (Pesci Ossei)*, Fauna d'Italia, X (1), Ed. Calderini, Bologna: 507 pp.
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J., NIELSEN J., TORTONESE E. (eds) (1986) - *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*. Unesco, Paris, **2**: 1007 pp.



G. MARANO, V. DE ZIO, A.M. PASTORELLI, L. ROSITANI, L. CERIOLA

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.  
biologia.marina@teseo.it

## IL BASSO ADRIATICO, UNA PROBABILE AREA DI RIPRODUZIONE DI *XIPHIAS GLADIUS* L.?

### *THE SOUTHERN ADRIATIC AS PROBABLE REPRODUCTION AREA FOR XIPHIAS GLADIUS L.*

#### **Abstract**

*Eggs and larvae surveys have been carried out in the southern Adriatic Sea during 2002 and 2003 summer periods in order to highlight the presence of large pelagics early stages. Xiphias gladius L. eggs were found in both the surveys in the zone off the Gargano's Promontory. The findings are reported for the first time in the Adriatic, although the number of collected eggs resulted low.*

**Key-words:** fish, *Xiphias gladius*, plankton survey, Adriatic Sea.

#### **Introduzione**

Nelle marinerie del Basso Adriatico, da alcuni decenni, viene effettuata la pesca dei grandi pesci pelagici, in particolare *Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* (Bonn.), mediante l'uso esclusivo del palangaro di superficie (Marano *et al.*, 1998).

Da indagini condotte dal Laboratorio di Biologia Marina di Bari per conto del Ministero Politiche Agricole e Forestali, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, è risultato che in quest'area vi è una elevata incidenza di catture di giovanili di pesce spada (De Zio *et al.*, 1995), con percentuali variabili tra il 50% e il 70% (AA.VV., 2000).

L'approvazione da parte del predetto Ministero del Progetto "Una rete coordinata per l'acquisizione di indici di reclutamento del tonno e del pesce spada nei mari italiani" mirato allo studio dei processi di reclutamento degli stocks dei grandi pelagici, ha offerto l'opportunità di approfondire la conoscenza della distribuzione di queste risorse nei mari italiani. Il Laboratorio di Biologia Marina di Bari in collaborazione con il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, oltre al monitoraggio delle diverse attività di pesca che concorrono alla cattura dei giovanili, ha anche realizzato campagne per la ricerca di uova e larve di grandi pelagici.

#### **Materiali e metodi**

L'indagine finalizzata alla ricerca di uova e larve è stata realizzata mediante due campagne; la prima è stata effettuata dalla seconda metà di luglio 2002 fino alla metà di agosto, la seconda nel mese di luglio 2003. Sono stati effettuati rispettivamente 28 e 25 prelievi utilizzando un retino modello BONGO 60 con maglie rispettivamente da 500 e 335 µm, trainato in doppio obliquo per circa 30 minuti così da filtrare un volume d'acqua di circa a 1000 m<sup>3</sup>. L'area investigata ha riguardato l'intero Adriatico Meridionale (acque italiane, internazionali e albanesi).



I campioni raccolti, fissati in formaldeide al 3,5%, tamponata, sono stati portati in Laboratorio per le successive analisi di conteggio e determinazione specifica effettuate allo stereoscopio.

## Risultati

Dall'esame dei campioni si sono potute osservare numerose uova e larve di teleostei; tra queste ultime i tinnidi erano rappresentati dalle specie *Auxis rochei* Risso, *Thunnus alalunga* (Bonn.) e *Thunnus thynnus* (L.); per quanto riguarda *Xiphias gladius* L. sono state rinvenute 3 uova nel 2002 (Tab. 1) e 11 nel 2003 (Tab. 2), ambedue gli anni in un'area posta tra 28 e 38 miglia nautiche ad est del Gargano, con profondità compresa tra 200 e 550 m; la temperatura superficiale delle acque era compresa tra 23,6 e 24,2 °C e la salinità tra 37,5 e 37,9‰. Le uova rinvenute mostravano ben evidente la presenza di embrioni e avevano diametro di circa 1,60 mm, una goccia oleosa di circa 0,50 mm e la capsula presentava un caratteristico reticolo a feltro, in perfetto accordo con la descrizione di Sanzo (1922).

Tab. 1 - Dati identificativi e rinvenimenti di uova e larve nelle stazioni campionate durante la campagna 2002.

*Identification data and eggs and larvae findings for the stations sampled during the survey 2002.*

| Data     | Staz. | Coordinate iniziali |           | Temp. acqua | Larve<br><i>T.thynnus</i> | Larve<br><i>T.alalunga</i> | Larve<br><i>A.rochei</i> | Uova<br><i>X.gladius</i> |
|----------|-------|---------------------|-----------|-------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          | N°    | Lat. N              | Long. E   | °C          |                           |                            |                          |                          |
| 24.07.02 | 1     | 42°59,62'           | 16°59,92' | 22,09       |                           |                            | 11                       |                          |
| 24.07.02 | 2     | 42°06,15'           | 16°59,75' | 24,07       |                           |                            | 9                        |                          |
| 24.07.02 | 3     | 42°05,65'           | 16°58,55' | 24,17       |                           |                            | 7                        |                          |
| 24.07.02 | 4     | 41°56,11'           | 16°48,67' | 23,62       |                           |                            | 2                        | 3                        |
| 26.07.02 | 5     | 41°35,53'           | 17°04,08' | 23,92       |                           |                            | 4                        |                          |
| 30.07.02 | 6     | 41°23,95'           | 17°10,70' | 23,74       |                           |                            | 7                        |                          |
| 30.07.02 | 7     | 41°31,40'           | 17°08,99' | 23,42       |                           |                            | 9                        |                          |
| 01.08.02 | 8     | 40°44,39'           | 18°23,68' | 23,42       |                           |                            |                          |                          |
| 01.08.02 | 9     | 40°46,16'           | 18°25,19' | 23,44       |                           |                            |                          |                          |
| 01.08.02 | 10    | 40°41,13'           | 18°30,55' | 23,90       |                           |                            | 18                       |                          |
| 01.08.02 | 11    | 40°38,64'           | 18°34,64' | 23,25       | 1                         | 1                          | 12                       |                          |
| 01.08.02 | 12    | 40°24,61'           | 18°37,28' | 23,47       |                           |                            | 7                        |                          |
| 03.08.02 | 13    | 40°35,43'           | 19°00,55' | 24,51       |                           |                            | 5                        |                          |
| 03.08.02 | 14    | 40°39,47'           | 19°00,20' | 24,41       |                           |                            | 10                       |                          |
| 03.08.02 | 15    | 40°52,87'           | 18°50,45' | 23,28       |                           |                            | 2                        |                          |
| 03.08.02 | 16    | 40°58,25'           | 18°46,92' | 22,94       |                           |                            | 5                        |                          |
| 03.08.02 | 17    | 41°08,35'           | 18°50,95' | 23,41       |                           |                            | 7                        |                          |
| 03.08.02 | 18    | 40°11,92'           | 18°51,09' | 23,43       |                           |                            | 3                        |                          |
| 08.08.02 | 19    | 40°29,39'           | 19°03,56' | 23,32       |                           |                            | 6                        |                          |
| 18.08.02 | 20    | 42°07,70'           | 17°02,18' |             |                           |                            | 6                        |                          |
| 18.08.02 | 21    | 42°07,22'           | 17°03,49' |             |                           |                            | 3                        |                          |
| 18.08.02 | 22    | 42°06,83'           | 17°04,90' |             |                           |                            | 2                        |                          |
| 19.08.02 | 23    | 42°06,59'           | 17°06,14' |             |                           |                            | 3                        |                          |
| 19.08.02 | 24    | 42°06,18'           | 17°08,09' |             | 1                         |                            | 10                       |                          |
| 19.08.02 | 25    | 42°05,80'           | 17°10,03' |             |                           |                            | 8                        |                          |
| 19.08.02 | 26    | 42°05'53"           | 17°11,77' |             |                           |                            | 3                        |                          |
| 19.08.02 | 27    | 42°05'20"           | 17°13,83' |             |                           |                            | 1                        |                          |
| 19.08.02 | 28    | 42°04,86'           | 17°15,95' |             |                           |                            | 1                        |                          |

Tab. 2 - Dati identificativi e rinvenimenti di uova e larve nelle stazioni campionate durante la campagna 2003.

*Identification data and eggs and larvae findings for the stations sampled during the survey 2003.*

| Data     | Staz. | Coordinate iniziali |           | Temp. Acqua | Larve <i>T.thynnus</i> | Larve <i>T.alalunga</i> | Larve <i>A.rochei</i> | Uova <i>X.gladus</i> |
|----------|-------|---------------------|-----------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
|          | N°    | Lat. N              | Long. E   | °C          |                        |                         |                       |                      |
| 02.07.03 | 1     | 42°04,150           | 17°15,380 | 23,47       |                        |                         | 1                     |                      |
| 02.07.03 | 2     | 42°07,300           | 17°03,960 | 24,51       |                        |                         |                       |                      |
| 02.07.03 | 3     | 42°04,940           | 17°00,180 | 24,28       |                        |                         |                       | 9                    |
| 02.07.03 | 4     | 42°03,679           | 16°57,510 | 23,62       |                        |                         | 2                     | 2                    |
| 03.07.03 | 5     | 41°56,930           | 16°48,190 | 23,92       |                        |                         | 1                     |                      |
| 03.07.03 | 6     | 41°48,160           | 16°50,950 | 23,65       |                        |                         |                       |                      |
| 03.07.03 | 7     | 41°42,080           | 16°24,930 | 23,42       |                        |                         | 1                     |                      |
| 03.07.03 | 8     | 41°38,470           | 16°25,390 | 23,56       |                        |                         |                       |                      |
| 03.07.03 | 9     | 41°35,890           | 17°04,920 | 23,44       |                        |                         |                       |                      |
| 08.07.03 | 10    | 41°31,210           | 17°13,320 | 23,80       |                        |                         |                       |                      |
| 08.07.03 | 11    | 40°46,020           | 18°24,900 | 23,66       |                        |                         |                       |                      |
| 08.07.03 | 12    | 40°42,360           | 18°28,880 | 24,01       |                        |                         | 2                     |                      |
| 08.07.03 | 13    | 40°40,700           | 18°32,320 | 24,12       |                        |                         | 3                     |                      |
| 08.07.03 | 14    | 40°38,140           | 18°36,530 | 24,41       |                        |                         | 1                     |                      |
| 08.07.03 | 15    | 40°24,450           | 18°36,690 | 23,28       |                        |                         |                       |                      |
| 18.07.03 | 16    | 40°46,120           | 19°04,850 | 23,55       |                        |                         | 1                     |                      |
| 18.07.03 | 17    | 40°28,210           | 19°08,350 | 23,41       | 1                      |                         |                       |                      |
| 18.07.03 | 18    | 40°36,300           | 18°53,780 | 23,43       |                        |                         |                       |                      |
| 18.07.03 | 19    | 40°37,250           | 18°59,900 | 23,32       | 1                      |                         | 1                     |                      |
| 19.07.03 | 20    | 40°46,120           | 19°05,980 | 22,58       |                        |                         |                       |                      |
| 19.07.03 | 21    | 40°46,820           | 19°04,850 | 22,09       |                        |                         | 1                     |                      |
| 19.07.03 | 22    | 40°51,510           | 18°49,605 | 24,07       |                        |                         | 2                     |                      |
| 19.07.03 | 23    | 40°59,221           | 18°46,61  | 24,17       |                        |                         | 3                     |                      |
| 19.07.03 | 24    | 41°12,340           | 18°51,900 | 24,25       |                        |                         | 1                     |                      |
| 19.07.03 | 25    | 41°25,706           | 18°54,258 | 24,32       |                        |                         | 1                     |                      |

## Conclusioni

Storicamente nel Mediterraneo la principale zona in cui sono state catturate uova e larve di pesce spada è quella dello stretto di Messina e delle acque siciliane (Rey, 1988); quelle pescate al largo del Gargano rappresentano il primo rinvenimento di uova di questa specie nell'Adriatico. Pur trattandosi di un numero esiguo di uova, il ritrovamento ripetuto per due anni di seguito nella stessa zona geografica, induce a ipotizzare la presenza di un'area riproduttiva di *Xiphias gladius*.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Guglielmo Cavallaro per la gentile collaborazione offerta nella identificazione delle uova di pesce spada.

## Bibliografia

AA.VV. (2000) – Valutazione sull'entità, la composizione strutturale e la dinamica biologica degli stock dei grandi scombroidei nel Basso Adriatico (*Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* Bonn.). N° Codice del Progetto: 4A37.

- DE ZIO V., ROSITANI L., PASTORELLI A.M. (1995) - Variazione e composizione degli stocks di grandi scombroidei nell'Adriatico Meridionale: *Xiphias gladius* L. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 483-484.
- MARANO G., DE ZIO V., PASTORELLI A.M., ROSITANI L., VACCARELLA R. (1998) - Variazione e Composizione degli stock di *Xiphias gladius* L. e *Thunnus alalunga* (Bonn.) nell'Adriatico Meridionale (1984-1995). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 229-240.
- REY J.C. (1987) - Comentarios sobre las areas dede reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Atlantico y Mediterraneo. *ICCAT Doc. SCRS/87/33*: 180-188.
- SANZO L. (1922) – Uova e larve di *Xiphias gladius* L. *R. Com. Talassogr. Ital. Mem.*, **79**: 3-21.

G. MORIZZO, M.L. BIANCHINI\*, G. SINACORI, S. RAGONESE

Marine Living Resources Assessment Group (MaLiRA Group), IAMC - Section of Mazara,  
Via Luigi Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italy.

\*MaLiRAG - CNR and Soc. Montalbano, Genoa, Italy.

## ABUNDANCE AND LENGTH STRUCTURE OF JOHN DORY (*ZEUS FABER* L., 1758; ACTINOPTERYGII, ZEIDAE) IN THE STRAIT OF SICILY (CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

### ABBONDANZA E STRUTTURA DI LUNGHEZZA DEL PESCE S. PIETRO (*ZEUS FABER* L., 1758 ACTINOPTERYGII, ZEIDAE) NELLO STRETTO DI SICILIA (MEDITERRANEO CENTRALE)

#### Abstract

*The presence, the abundance in number and weight, and the length structure of the John dory, Zeus faber, in the Strait of Sicily on the basis of 9 experimental trawls survey data (from 1994 to 2002), is reported. In the shelf area, the mean biomass index (BI) is above 10 kg/km<sup>2</sup>, with a maximum of almost 24 kg/km<sup>2</sup> in 2002. The parameter values seem to present a temporal trend toward improvement.*

**Key-words:** *Zeus faber, John dory, bottom trawls, Strait of Sicily, Central Mediterranean.*

#### Introduction

The John dory, *Zeus faber* L. 1758, is a benthopelagic species inhabiting depth ranging from 20 m to 300 m (Relini *et al.*, 1999). This species is widely distributed in all oceans (Heemstra, 1986; Quero, 1986) and in the whole of Mediterranean including the Black Sea (Relini *et al.*, 1999). The John dory is generally solitary, and large animals seem to prefer rocky outcrops. It is caught mainly by hook-and-line by artisanal fishermen, also with longlines, trammel nets and bottom trawlers, although nowadays usually in scarce amounts. In the Mediterranean, the size of this species varies from 10 to 50 cm TL with a maximum of about 66 cm (Fischer *et al.*, 1987) for a body weigh up to 6 kg (Bini, 1970).

There is scanty literature on the John dory, particularly in the Mediterranean basin (Relini *et al.*, 1999) and almost nothing in the Strait of Sicily. Limited data exist in the official statistics; according to Andreoli *et al.* (1995) the landed catch of short range trawlers of the southern coasts of Sicily were in the order of 22-45 t/year. Notwithstanding the low contribution to the overall production, the species is highly appreciated in the local markets; ripe females can command a high price since the eggs are used in traditional recipes.

Aim of this study is to provide for the first time information about the presence, abundance and length structure of *Zeus faber* in the Strait of Sicily on the basis of experimental trawls survey data.

#### Materials and methods

The information about this species are obtained on the basis of bottom trawl surveys data collected in the Strait of Sicily, during 9 spring-summer surveys performed from 1994 to 2002, in the frame of the "Mediterranean International Trawl Survey" (MEDITS) program (Abellò *et al.*, 2002). The study area represents

the Italian side of the Strait of Sicily (area "A": between the midline and the Sicilian coasts); the Maltese Exclusive Fishing Zone (MEFZ, the waters inside 25 nm from Malta) was taken into consideration for the geographical distribution only.

Biological samples processing was performed according to MEDITS protocol; *Zeus faber* specimens were frozen on board and then examined and measured in the laboratory.

The haul catch was registered and used to estimate the frequency of occurrence ( $f\%$ ; positive hauls as % of the all valid hauls), the abundance indexes both in weight (BI;  $\text{kg}/\text{km}^2$ ) and number (DI;  $\text{N}/\text{km}^2$ ), by shelf (10-200 m) and total area (10-800 m). The corresponding mean weight of the catch was also estimated ( $\text{MeanW} = \text{BI}/\text{DI}$ ; in g). Each specimen was measured (total length, TL; in mm) and sexed. The length structure (median length total, MedL) was estimated according to a box-plot approach for each year (all specimens combined) and for all year combined. Any temporal trend was evaluated by computing the Spearman's rank correlation coefficient. Data were standardized to  $1 \text{ km}^2$  and processed by using specific software for exploratory analysis of trawl information in the Mediterranean (De Santi *et al.*, 2004).

## Results

Considering the overall information, *Zeus faber* occurs on all the investigated area, with the exception of the Gulf of Gela (Fig. 1); in particular, the John dory seems to prefer the shallower hauls, up to 200 m of depth, even if some specimens are caught in deeper waters. Comparing Fig. 1a and Fig. 1b, it can be seen that the distributions in number and weight do not overlap.

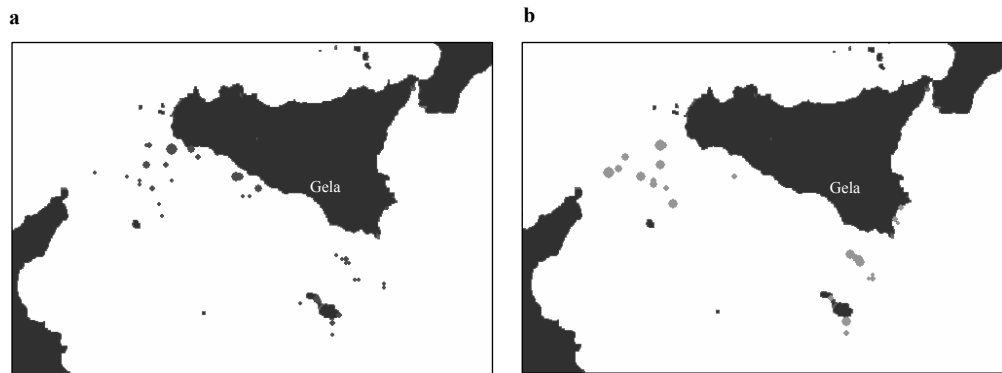


Fig. 1 a, b - Spatial distribution in number (a) and in weight (b) of *Zeus faber* for the whole period 1994-2002.

*Distribuzione spaziale in numero (a) e in peso (b) di Zeus faber nell'intero periodo 1994-2002.*

A synoptic overview of  $f\%$ , mean DI, mean BI and mean W (shelf and total; area "A" only) is presented in Tab. 1. The value of the annual mean BI is significantly and positively correlated with time, as well as the mean W; even the mean DI and the  $f\%$  values tend to be positively correlated with time, even if not significantly, thus confirming the temporal trend toward improvement.

Tab. 1 - Characteristic parameters and corresponding values of *Zeus faber* catch in the Strait of Sicily.  $R_s$  is the Spearman's rank correlation coefficient.

*Parametri caratteristici e valori corrispondenti delle catture sperimentali di Zeus faber nello Stretto di Sicilia.  $R_s$  è il coefficiente di correlazione (ordinato) di Spearman.*

|       | PARAMETER                | MEANS<br>RANGE | GREAT<br>MEAN | $R^s$ | $p<0.05$ |
|-------|--------------------------|----------------|---------------|-------|----------|
| SHELF | f (%)                    | 36 - 86        | 67            | 0.510 |          |
|       | DI (N/km <sup>2</sup> )  | 19 - 51        | 35            | 0.450 |          |
|       | BI (kg/km <sup>2</sup> ) | 3.6 - 23.9     | 10.4          | 0.683 | *        |
|       | MeanW (g)                | 121.9 - 555.1  | 296.2         | 0.667 | *        |
| TOTAL | f (%)                    | 22 - 43        | 32            | 0.142 |          |
|       | DI (N/km <sup>2</sup> )  | 8 - 21         | 14            | 0.494 |          |
|       | BI (kg/km <sup>2</sup> ) | 1.5 - 9.3      | 4.1           | 0.700 | *        |
|       | MeanW (g)                | 123.5 - 526.0  | 287.5         | 0.667 | *        |

Limiting the analysis to the shelf area, the DI averages 35 fishes, up to a maximum of 51 individuals (in 1998), whereas the mean BI is 10.4 kg/km<sup>2</sup> with a maximum of 23.9 kg/km<sup>2</sup> (in 2002). Speaking of the total area, the DI varies from a minimum of 8 animals (in 1994) to maximum of 21 specimens (in 1998), whereas the BI varies from 1.5 kg/km<sup>2</sup> (in 1994) to 9.3 kg/km<sup>2</sup> (in 2002). The mean W (g) shows the same pattern of the biomass index, ranging from 181 g (in 1994) to 526 g in 2002. The low values of the mean W indicate an abundance of small-sized fish in the experimental catches; this is confirmed by the box-plot of length structures (Fig. 2).

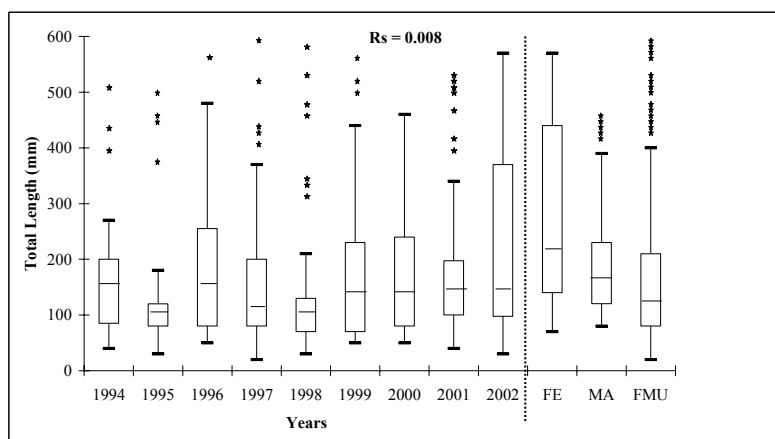


Fig. 2 - Box-plot of length structures for each year (all specimens combined) and for all years combined (by sex and overall) in *Zeus faber*.  $R_s$  is the Spearman's rank correlation coefficient; FE=females, MA=males, FMU=all.

*Box-plot delle strutture di lunghezza per ciascun anno (utilizzando tutti gli esemplari) e per tutti gli anni (per sesso e totali) in Zeus faber.  $R_s$  è il coefficiente di correlazione (ordinato) di Spearman; FE=femmine, MA=maschi, FMU=tutti.*

The length structure shows a stable condition in time, the MedL ranging from 100 mm (1995 and 1998) to 150 mm (1994 and 1996) with no temporal trend ( $R^s=0.008$ ). Large specimens (TL>350-400 mm) are caught every year, but always in low numbers (maximum length is 570 mm and 390 mm for females and males, respectively). Conversely, the minimum size of the John dory catch is of 20 mm TL.

Considering the combined length structure (right side of Fig. 2), females show a wider length structure (210 mm vs. 160 mm of MedL of males); moreover the females represent the 68% of sexed animals (163 FE vs. 75 MA N/km<sup>2</sup>), while small-sized and juveniles fish (<300 mm), however, represents the bulk of the sample.

## Conclusions

Considering only the shelf area of the Italian Strait of Sicily, present results on the John dory are in agreement with those of other Authors in other areas. In fact, the biomass indexes from the MEDITS 1995 trawl surveys in the depth interval up to 200 m are close to 20 kg/km<sup>2</sup> in the seas around Corsica and 10-15 kg/km<sup>2</sup> in the Northern Tyrrhenian and on the Sardinia shelf (Relini *et al.*, 1999); similarly, in the northern Tuscanian Archipelago the greatest abundance in weight of *Zeus faber* (2-4 kg/h) is found on the bathymetric range between 100 m and 200 m (Righini and Voliani, 1996), as it is also the case in the data obtained by Silva (1992) in the Atlantic coasts of Portugal.

The differences shown in the distribution maps in number and weight are probably due to different localizations of the juveniles and young animals vs. the older and larger ones. In fact, younger individuals, less than 100 mm TL, are mainly caught in shallower waters of the upper shelf, while those over 400 mm are generally found at greater depths (Righini and Voliani, 1996). Incidentally, the largest number of small-sized John dories occurred in 1998, causing, since it was not accompanied by an increase of big specimens, a drop in the average weight.

During the 9 year period of the study, many of the examined parameter seemed directed toward improved conditions of the stock; still, the John dory population is not back at the sizes and abundances anecdotally reported by the Sicilian fishermen.

## References

- ABELLÓ P., BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) - Mediterranean marine demersal resources: the MEDITS international trawl survey (1994-1999). *Scientia Marina*, **66** (Suppl. 2): 1-280.
- ANDREOLI M.G., CAMPANELLA N., CANNIZZARO L., GAROFALO G., GIUSTO G.B., JEREB P., LEVI D., NORRITO G., RAGONESE S., RIZZO P., SINACORI B. (1995) - Rilevazione campionaria delle statistiche della pesca nelle marinerie della Sicilia meridionale (MINIPESTAT): data report. *NTR-ITPP, Spec. Publ.*, **4** (2): 80 pp.
- BINI G. (1970) - *Atlante dei pesci delle coste italiane*. Mondo Sommerso Ed., **3**: 229 pp.
- DE SANTI A., FIORENTINO F., CAMILLERI M., BIANCHINI M.L., RAGONESE S. (2004) - SeaTrim: software for the exploratory analysis of trawl information in the Mediterranean. *MedSudMed Occasional Pap.*: 50 pp. + CD-Rom.
- FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (eds) (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1); Méditerranée et Mer Noire (Zone de pêche 37): 2. Vertébrés. *Project GCP/INT/422/EEC*, FAO Rome: 761-1530.

- HEEMSTRA P.C. (1986) – Zeidae. In: Smith M.M, Heemstra P.C. (eds), *Smiths' sea fishes*. Springer-Verlag (Berlin): 435-438.
- QUERO J.-C. (1986) - Zeidae. In: Whitehead P.J.P, Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, **2**: 769-772.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6**: 485-492.
- RIGHINI P., VOLIANI A. (1996) - Distribuzione e stima dei parametri di crescita di *Zeus faber* L., 1758 nell'arcipelago toscano. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 567-568.
- SILVA A. (1992) - Distribution and abundance of John dory (*Zeus faber* Linnaeus, 1758) in the Portuguese continental waters (ICES Div. IXa) during 1986-1991. *ICES-CM, Demersal Fish Committee*, G: 68.



A. OLITA, A. ORTU, C. TOLA, M. GAVIANO, M. MURENU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Viale Poetto, 1 - Cagliari, Italia.  
mmurenu@unica.it

## INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLA CRESCITA DI *LIZA RAMADA* (RISSO, 1826) NELLO STAGNO DI CABRAS (SARDEGNA CENTRO-OCCIDENTALE)

### *INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE GROWTH OF LIZA RAMADA (RISSO, 1826) IN THE CABRAS LAGOON (NORTH-WESTERN SARDINIA)*

#### **Abstract**

*In the present paper we studied the relation between temperature and growth rate parameters. We calculated the parameters of the seasonalized VBGF for *Liza ramada* (Osteichthyes, Mugilidae) (Risso, 1826) population of Cabras Lagoon (Central-Western Sardinia). Biometric and mesologic data were collected between June 1999 and January 2002. The analysis showed a strong seasonal component on the growth of *Liza ramada*, correlated ( $r=+0,65$ ) to a great variation of the water temperature during the course of the year.*

**Key-words:** growth, lagoons, temperature, *Liza ramada*, Sardinia.

#### **Introduzione**

La temperatura è tra i principali parametri fisici che vanno ad influenzare la crescita dei pesci (Ursin, 1963; Fontoura e Agostino, 1996). Nelle regioni temperate le importanti variazioni stagionali della temperatura dell'acqua determinano variazioni nel metabolismo dei pesci, che si manifestano con oscillazioni stagionali delle performance di crescita (Jonassen *et al.*, 1999). Questo fenomeno risulta amplificato negli ambienti lagunari, generalmente poco profondi e di ridotta capacità termica, e per questo maggiormente soggetti a variazioni della temperatura dell'acqua.

Nel presente lavoro è stato studiato l'accrescimento della specie commercialmente più importante presente nello Stagno di Cabras (Sardegna Centro Occidentale) il "cefalo calamita" *Liza ramada*. L'acquisizione dei principali parametri mesologici, e dunque anche della temperatura, ha permesso di effettuare un confronto tra tasso di crescita e andamento della temperatura dell'acqua, e di studiare la relazione intercorrente tra le due variabili.

#### **Materiali e metodi**

Cabras è lo stagno costiero più grande della Sardegna (ca. 2200 ettari di estensione), e vanta una storia secolare di pesca lagunare e di pescate eccezionali. Come riportato da diversi Autori (Rossi e Cannas, 1992; Cataudella *et al.*, 1995; Murenu *et al.*, 2004) risulta tra gli stagni più produttivi della Sardegna con valori massimi di produzione che raggiungono gli 800 Kg/ha/anno.

La forma generale dello stagno è ad L con una lunghezza massima di circa 8 km e una larghezza che varia dai 2 ai 5,7 km. La profondità media si aggira sui 1,5 m ed il fondale è di natura prevalentemente fangosa (Cannas *et al.*, 1997).

I dati, raccolti nell'ambito di progetti di ricerca Ministeriali e Regionali mirati alla valorizzazione delle zone umide della Sardegna, si riferiscono a 54 campionamenti effettuati con cadenza prima quindicinale poi mensile dal giugno 1999 al gennaio 2002.

Per le operazioni di pesca sono state utilizzate le barche del Consorzio gestore dello stagno, armate con reti da posta. Le reti, costituite da 6 pezzi uniti insieme e lunghi circa 50 m ciascuno, venivano calate nelle ore diurne. Al fine di catturare individui appartenenti alle diverse coorti della popolazione, sono state utilizzate tre diverse maglie (9, 11 e 13), intendendo con questo numero la quantità di maglie per palmo (Prado, 2001).

In totale sono state effettuate 255 cale, distribuite uniformemente all'interno dello stagno, e posizionate geograficamente tramite GPS. In laboratorio, per ogni campione ittologico raccolto, sono state effettuate le principali misure biometriche (lunghezza totale e peso).

Parallelamente ai rilievi biologici, utilizzando una sonda multiparametrica, sono stati acquisiti i principali parametri chimico-fisici delle acque.

Le frequenze di taglia sono state utilizzate per effettuare la scomposizione in coorti, utilizzando la metodologia di Bhattacharya (1967). Una volta effettuata la scomposizione abbiamo effettuato il *linking* delle medie, utilizzando il programma FISAT, ottenendo i parametri della VBGF (von Bertalanffy, 1943) e della sua variante stagionalizzata (Cloern *et al.*, 1978; Pauly, 1990)  $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ,  $C$  e  $W_p$ .

Per valutare la relazione tra accrescimento e temperatura dell'acqua è stato utilizzato come test il coefficiente di correlazione lineare o coefficiente di Pearson.

## Risultati

Definiti i parametri di crescita classici  $L_{\infty}$  (44.6),  $k$  (0.226) e  $t_0$  (-0.297), l'ampiezza delle oscillazioni stagionali ( $C=0.59$ ) e il *Winter point* ( $W_p=0.221$ ), corrispondente al periodo dell'anno in cui il tasso di crescita è minimo, abbiamo calcolato la VBGF e la sua variante stagionalizzata (Fig. 1).

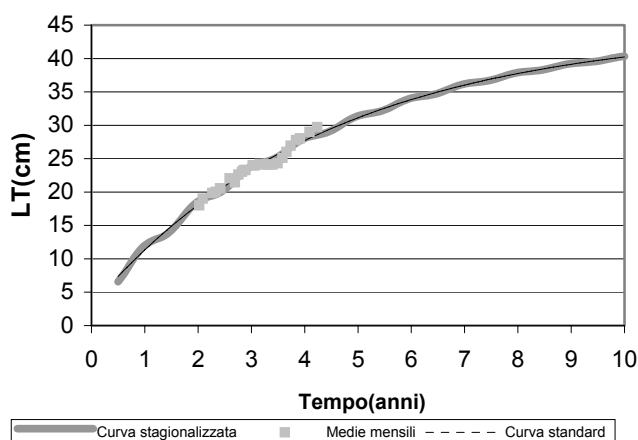


Fig. 1 - Confronto fra VBGF, variante stagionalizzata e medie delle coorti.

*Comparison between VBGF, seasonalized VBGF and means of the cohorts.*

I dati relativi alle temperature fanno rilevare ampie oscillazioni stagionali, con un range termico, nel periodo di tempo considerato, compreso tra 5,6 e 27,9 °C.

La curva di crescita stagionalizzata è stata dunque confrontata con l'andamento mensile dei valori di temperatura dell'acqua, osservando una corrispondenza temporale tra i massimi di crescita (luglio-agosto) e i valori più alti di temperatura dell'acqua.

Dal confronto tra il  $\Delta L$  (differenza tra lunghezze ottenute con la curva di crescita "normale" e tramite curva stagionalizzata) e la temperatura media mensile (Fig. 2) si evince una correlazione significativa tra le due variabili, confermata dal coefficiente di correlazione ( $r=+0,65$ ;  $p<0,05$ ).

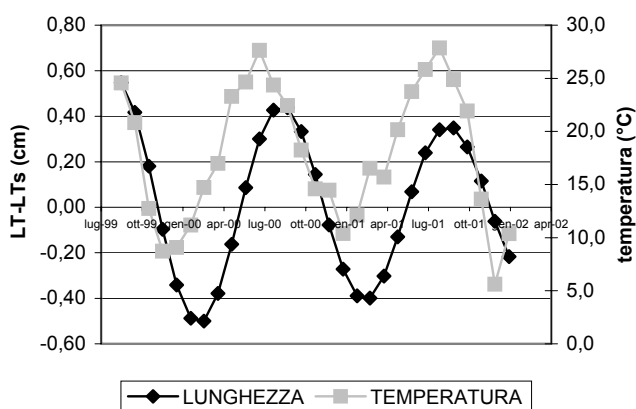


Fig. 2 - Confronto fra  $\Delta L$  (standard - stagionale) e temperatura.

*Comparison between  $\Delta L$  (standard – seasonal) and temperature.*

## Conclusioni

Le analisi effettuate evidenziano la forte componente stagionale nell'accrescimento di *Liza ramada*. La curva di crescita stagionalizzata bene si adatta ai valori medi di LT ricavati tramite la scomposizione in coorti ed utilizzati per l'ottenimento dei parametri di crescita.

L'analisi statistica conferma la correlazione positiva intercorrente tra le variabili "accrescimento" e "temperatura". Il lieve sfasamento temporale fra i massimi di temperatura e i massimi di crescita, di poco successivi, potrebbe essere spiegato considerando che nel realizzare l'optimum di crescita per una specie concorrono altri parametri ambientali, quali la disponibilità di cibo, la salinità, o la stessa taglia degli individui (Jonassen *et al.*, 1999; Cardona, 2000). Successivi studi potranno essere mirati a descrivere l'accrescimento di questa specie in funzione delle variazioni di altri parametri mesologici.

Data l'importanza commerciale della specie, il cui accrescimento in Mediterraneo è stato studiato precedentemente da altri Autori (Farrugio, 1975; Murenu *et al.*, 2004), la conoscenza dell'influenza dei parametri ambientali risulta interessante anche a fini gestionali.

### Bibliografia

- BERTALANFFY L. VON, MÜLLER I. (1943) - Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. VIII. Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Körpergröße und der Zusammenhang von Stoffwechseltypen und Wachstumstypen. *Rev. Biol.*, **35**: 48-95.
- BHATTACHARYA C.G. (1967) - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, **23**: 15-35.
- CANNAS A., CATAUDELLA S., ROSSI R. (1997) - *Gli stagni della Sardegna*. Quaderni C.I.R.S.P.E. Acquacoltura: 96 pp.
- CARDONA L. (2000) - Effects of Salinity on the Habitat Selection and Growth performance of Mediterranean Flathead Grey Mullet *Mugil cephalus* (Osteichthyes, Mugilidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **50**: 727-737.
- CATAUDELLA S., CANNAS A., DONATI F., ROSSI R. (1995) - Elementi per l'identificazione di un modello di gestione conservativa delle lagune costiere attraverso l'uso multiplo delle risorse. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 9-19.
- CLOERN J.E., NICHOLS F.H. (1978) - A von Bertalanffy growth model with a seasonally varying coefficient. *J. Fish. Res. Board Can.*, **35**: 1479-1482.
- FARRUGIO H. (1975) - *Les muges (Poissons Téléostéens) de Tunisie, Répartition et Pêches, Contribution à leur étude systématique et biologique*. U.S.T.L. Thesis, Montpellier France.
- FONTOURA N.F., AGOSTINO A.A. (1996) - Growth with seasonally varying temperatures: an expansion of the von Bertalanffy growth model. *J. Fish Biol.*, **48**: 569-584.
- JONASSEN T.M., IMSLAND A.K., STEFANSSON S.O. (1999) - The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile halibut. *J. Fish Biol.*, **54**: 556-572.
- MURENU M., OLITA A., SABATINI A., FOLLESA M.C., CAU A. (2004) - Dystrophy effects on the *Liza ramada* (Risso, 1826) (Pisces, Mugilidae) population in the Cabras lagoon (Central-Western Sardinia). *Chemistry and Ecology*, **20** (1): 425-433.
- PAULY D. (1990) - Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. *Fishbyte*, **8** (3): 33-38.
- PRADO J. (2001) - *Guida pratica del pescatore*. Fao-Federcoopescas: 180 pp.
- ROSSI R., CANNAS A. (1992) - Gli stagni sardi dalla pesca tradizionale all'uso di nuove tecnologie. *Oebalia*, **17** (2): 1-10.
- URSIN, E. (1963) - On the incorporation of temperature in the von Bertalanffy growth equation. *Medd. Danm. Fisk. Havunders*, **4** (1): 1-16.

P. PASOLINI, M. BERTOZZI, F. TINTI

Università di Bologna, Centro Interdipartimentale per le Ricerche in Scienze Ambientali,  
Biodiversity Elasmobranch Group, Via Sant'Alberto, 163 - 48100 Ravenna, Italia.  
ppasolini@ambra.unibo.it

## MED-SKATE: UNA BANCA DATI *ON-LINE* PER ESPLORARE E MONITORARE LA BIODIVERSITÀ DELLE RAZZE (RAJIDAE) DEL MEDITERRANEO - MAR NERO

### *MED-SKATE: AN ON-LINE DATA BANK TO EXPLORE AND MONITOR THE BIODIVERSITY OF SKATES (RAJIDAE) IN THE MEDITERRANEAN - BLACK SEA*

#### **Abstract**

*In the Mediterranean-Black Sea, data on Rajidae species diversity, distribution and abundance are deficient and fragmented. The MED\_SKATE data bank is a web resource ([www.med-skate.unibo.it](http://www.med-skate.unibo.it)) which aims at the exploration of the present rajid biodiversity in this area. Species diversity is explored using the field sampling data together with the novel technologies for species authentication. MED\_SKATE appears to be a valuable tool to create a network of reserches for the exchange of data and samples and to promote the conservation of Rajidae.*

**Key-words:** *Rajidae, Mediterranean Sea, species diversity, conservation, data collections.*

#### **Introduzione**

Nella regione del Mediterraneo compreso il Mar Nero sono riportate 16 specie di Rajidae (Condroitti), di cui 11 sono condivise con la regione Nord-Est Atlantico e 4 (*Leucoraja melitensis*, *Raja asterias*, *R. polystigma* e *R. radula*) sono invece endemiche (Notarbartolo di Sciara e Bianchi, 1998; Froese e Pauly, 2003). Tuttavia, per cause tassonomiche e scientifiche, i dati sulla diversità specifica, distribuzione ed abbondanza delle razze mediterranee risultano ancora incompleti e frammentati (IUCN/SSG, 2003). Inoltre, caratteristiche bio-ecologiche e riproduttive come la vita strettamente bentonica e la taglia di maturità sessuale elevata rendono le razze particolarmente vulnerabili alla pesca a strascico (Dulvy e Reynolds, 2002). La diminuzione della taglia media, il declino demografico delle popolazioni di alcune specie ed episodi documentati di estinzione locale per alcune specie (Relini *et al.*, 1999; Jukic-Peladic *et al.*, 2001; Dulvy *et al.*, 2003) suggeriscono e rendono prioritaria la necessità di esplorare e monitorare la biodiversità delle razze del Mediterraneo. La banca dati MED\_SKATE è stata realizzata per essere un utile, versatile e sempre disponibile *tool* scientifico per l'esplorazione ed il monitoraggio della biodiversità delle razze della regione Mediterranea attraverso la raccolta di dati e campioni, lo sviluppo di metodologie analitiche correlate e la divulgazione via web delle informazioni acquisite.

#### **Materiali e metodi**

La banca dati contiene e fornisce informazioni scientifiche (Tab. 1), dati biologici (dimensioni, peso, sesso, ecc.), morfologici (fotografie digitali) e genetici

(campioni di tessuto e sequenze di DNA) degli individui ottenuti attraverso varie fonti di campionamento (campagne di pesca scientifiche, programmi *ad hoc* di raccolta individui in vari siti geografici, attività di collaboratori locali). I protocolli per la raccolta dei dati e di tutte le informazioni e materiali correlati sono stati standardizzati e visualizzati nel sito web della banca dati. La gestione ed il rilascio di tutte le informazioni contenute in MED\_SKATE sono state organizzate su tre differenti livelli di accesso: USER (accesso libero), COLLABORATOR e PROVIDER (accesso controllato con *username* e *password* personali). I ricercatori interessati al progetto possono diventare COLLABORATOR e SAMPLES PROVIDER offrendo la disponibilità ad inserire in MED\_SKATE propri dati e campioni, dei quali conserveranno la proprietà/paternità.

Tab. 1 - Dati disponibili nella banca dati MED\_SKATE.

*Data available in the MED\_SKATE data bank.*

| DATI PRESENTI IN MED_SKATE |                              |                           |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| DATI DI CAMPIONAMENTO      | STRUMENTI IDENTIFICATIVI     | DATI BIOLOGICI            |
| specie putativa            | fotografie digitali dorsali  | peso                      |
| sito di campionamento      | fotografie digitali ventrali | lunghezza totale          |
| data di campionamento      | campioni tissutali           | lunghezza del disco       |
| codice identificativo      | sequenze di DNA              | Sesso e stadio maturativo |

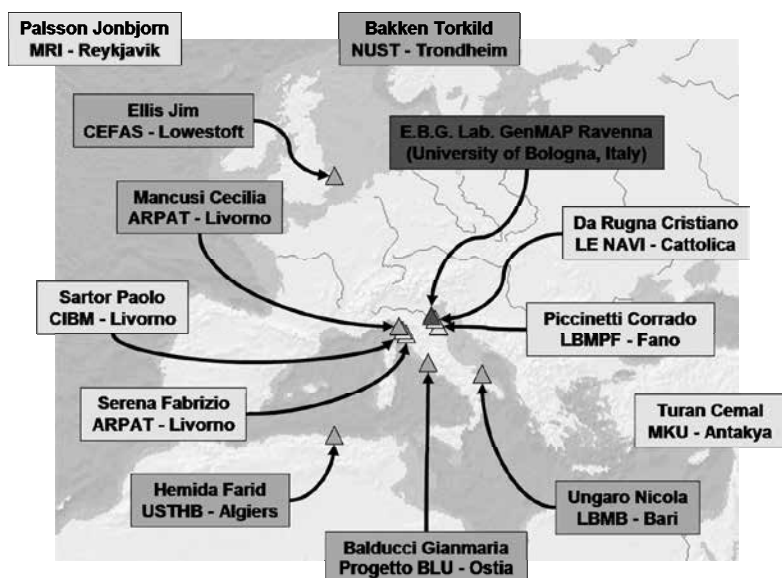


Fig. 1 - Il network di ricercatori che collaborano con MED\_SKATE.

*The research network of MED\_SKATE.*

## Risultati

La banca dati MED\_SKATE è disponibile in rete dal 15 dicembre 2003 all'indirizzo <http://www.med-skate.unibo.it>. Per incrementare le risorse di MED\_SKATE sono stati condotti specifici programmi di campionamento delle faune a Rajidae di aree del Mediterraneo, ad esempio nei mari Adriatico, Tirreno e Ligure, grazie alle collaborazioni con le Unità Operative (U.O.) dei programmi Gru.N.D. (Relini *et al.*, 2000) e MED.I.T.S. (Bertrand *et al.*, 2000), e lungo le coste dell'Algeria. È rilevante notare che i campioni algerini aggiunti alla banca dati sono stati 103, appartenenti a 11 diverse specie, ciascuno corredato di dati biologici, delle fotografie digitali (lato dorsale e ventrale) e di un campione di tessuto per l'analisi del DNA. Attualmente MED\_SKATE contiene in totale 718 record di 15 specie appartenenti ai generi *Dipturus*, *Leucoraja*, *Raja* e *Rostroraja* del Mediterraneo e dell'Atlantico. Il network scientifico di MED\_SKATE conta 15 ricercatori associati operanti in Italia, Algeria, Turchia, Gran Bretagna, Norvegia e Islanda (Fig. 1). Tra le possibili applicazioni di MED\_SKATE, la disponibilità dei dati biologici potrà essere di supporto a futuri studi mirati ad evidenziare eventuali riduzioni della taglia media rispetto alla taglia di maturità sessuale per le principali specie di Rajidae pescati nel Mediterraneo.

## Conclusioni

La banca dati MED\_SKATE si configura come un adeguato contenitore per l'aggregazione di rilevanti informazioni scientifiche sulla biodiversità dei Rajidae del Mediterraneo e del Mar Nero. Di particolare rilievo per le attività di monitoraggio delle risorse demersali è la disponibilità sia di fotografie digitali e marcatori molecolari di individui di specie autenticate, sia di tecnologie analitiche di maggiore risoluzione rispetto alle chiavi dicotomiche classiche. In tal senso, le potenzialità dell'analisi di sequenze del DNA specie-specifiche e dell'analisi di pattern di morfometria geometrica, potranno essere di pratico utilizzo per l'identificazione delle specie presenti nelle varie aree, oltre che fornire informazioni attendibili sulla distribuzione e lo stato di conservazione delle specie. A livello di ricerca scientifica, la disponibilità immediata di visualizzare i dati ed i campioni presenti in MED\_SKATE consentirà a numerosi ricercatori di ampliare e/o focalizzare le proprie indagini nei campi della biologia della pesca, ecologia marina, evoluzione e filogenesi, biogeografia. La diffusione multimediale e l'integrazione al network scientifico di MED\_SKATE di nuovi ricercatori consentiranno un effettivo sviluppo delle risorse e delle competenze della banca dati stessa, determinando un conseguente avanzamento significativo delle conoscenze sulla biodiversità dei Rajidae del Mediterraneo.

## Ringraziamenti

Si ringraziano per la preziosa collaborazione e per le idee apportate a questo progetto Nicola Ungaro, Farid Hemida, Corrado Piccinetti, Chiara Manfredi, Fabrizio Serena, Chiara Marano, Irene Bianchi.

## Bibliografia

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. In: J.A. Bertrand and G. Relini (co-ordinators), *Demersal resources in the Mediterranean*. IFREMER. *Actes de Colloques*, **26**: 76-93.

- DULVY N.K., SADOVY Y., REYNOLDS J.D. (2003) - Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries*, **4**: 25-64.
- DULVY N.K., REYNOLDS J.D. (2002) - Predicting extinction vulnerability in Skates. *Conservation Biology*, **16**: 440-450.
- FROESE R., PAULY D. (eds) (2003) - FishBase. World Wide Web Electronic Publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- IUCN/SSG (2003) - The IUCN/SSC Shark Specialist Group Home Page <http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Organizations/SSG/SSF.htm>
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., BIANCHI I. (1998) - *Guida degli Squali e delle Razze del Mediterraneo*. Murzio Ed., Padova: 388 pp.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 1-49.
- RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. (2000) - I selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 347-384.
- JUKIC-PELADIC S., VRGOC N., KRSTULOVIC-SIFNER S., PICCINETTI C., PICCINETTI-MANFRIN G., MARANO G., UNGARO N. (2001) - Long-term changes in demersal resources of the Adriatic Sea: comparison between trawl surveys carried out in 1948 and 1998. *Fish. Res.*, **53**: 95-104.



P. PESCI, A.A. PENDUGIU, A. SABATINI

Dip. di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Viale Poetto, 1 – 09126 Cagliari, Italia.

## ACCRESIMENTO DI *CENTRACANTHUS CIRRUS* RAFINESQUE, 1810 NEI MARI SARDI

### *GROWTH OF CENTRACANTHUS CIRRUS* *RAFINESQUE, 1810 IN SARDINIAN SEAS*

#### **Abstract**

*In the present work a study on the growth of Centracanthus cirrus in the Sardinian seas was carried out. The sample fish varied from 5 cm to 22.5 cm of total length, with the smaller specimens captured in the months of December and January. Length-weight relationship resulted allometrical positive ( $t_0 = 0.0039$ ;  $b = 3.2179$ ;  $R^2 = 0.97$ ). Growth parameters have been calculated through the use of both modal progression and hard structures (sagittae) analysis. Growth estimates obtained with the two methods resulted to be substantially similar with  $\phi'$  values of 2.4719 ( $L_\infty = 19.37$  cm;  $k = 0.79$ ;  $t_0 = -0.316$ ) for the modal progression analysis and of 2.461 ( $L_\infty = 19.55$ ;  $k = 0.76$  and  $t_0 = -0.438$ ) for the growth curve estimated using the sagittae analysis.*

**Key-words:** growth, otoliths, length-weight relationship, *Centracanthus cirrus*.

#### **Introduzione**

*Centracanthus cirrus* o zerro musillo (Osteichthyes, Centracanthidae), presente in tutto il bacino del Mediterraneo, viene catturato raramente nei mari Italiani, fatta eccezione per il canale di Sicilia ed il Tirreno Meridionale (Tortonese, 1953, 1975; Relini *et al.*, 1999). Questa specie risulta particolarmente abbondante nei mari sardi (Cau *et al.*, 1984).

Si rinviene su fondi rocciosi o detritici tra 40 e 230 metri di profondità e viene catturato prevalentemente con reti a strascico, occasionalmente con reti da circuizio e lenze di profondità (Costa, 1991).

La specie presenta caratteristiche merceologiche di un certo rilievo, carni magre ed un elevato rapporto calcio/fosforo rispetto alla media delle specie marine (Calapaj *et al.*, 1980), nonostante ciò, essendo poco conosciuta, ha scarso o nullo valore commerciale.

Con il presente lavoro si vuole fornire un contributo alle conoscenze, sull'accrescimento di questa specie.

#### **Materiali e metodi**

Per effettuare le analisi sono stati utilizzati i dati provenienti dalle campagne di pesca a strascico effettuate negli anni 1985-2003 nei mari circostanti la Sardegna nell'ambito della valutazione delle risorse demersali (Grund e Medits) (Bertrand *et al.*, 2000; Relini, 1998).

Al fine di avere una maggiore continuità tali dati sono stati integrati con campioni provenienti dalle normali attività commerciali di pesca a strascico, per sopperire alle carenze di campionamento, nei periodi non coperti dalle suddette campagne.

Sono stati analizzati un totale di 4645 individui di cui è stata rilevata la Lunghezza Totale (LT, cm) e per 1639 di questi il Peso Totale (PT, gr). Con tali dati è stato possibile calcolare la relazione lunghezza-peso secondo l'equazione  $PT = a \cdot LT^b$ .

I dati, suddivisi per anno e mese, sono stati scomposti in coorti utilizzando l'algoritmo EM contenuto in Multimix (Murray e Hunt, 1999; Sabatini *et al.*, 2002). I risultati di tale analisi (media, varianza e le proporzioni di ciascuna coorte) sono stati utilizzati per la costruzione della curva di crescita secondo von Bertalanffy utilizzando la metodica del "Linking of means" riportata in FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996).

Da un totale di 153 individui, sia adulti che giovani, sono state prelevate le sagitte al fine di verificare l'accrescimento con metodo diretto. Le sagitte, previa accurata pulizia, sono state inglobate in una matrice di resina epossidica (Secor *et al.*, 1991). I blocchetti così ottenuti sono stati divisi in gruppi e tagliati con diverse modalità: piano antero-posteriore, piano sagittale e piano trasversale dorso-ventrale (Morales-Nin, 1987). Le sezioni sono state levigate al fine di ridurne lo spessore e permettere la lettura degli anelli allo stereomicroscopio. La successione anello traslucido anello opaco è stata considerata come dato di crescita annuale. La conta è stata compiuta in tempi diversi da tre osservatori. L'analisi in FISAT della media delle tre osservazioni ha consentito la stima dei parametri della curva di crescita di von Bertalanffy.

## Risultati

Il campione ha presentato un andamento delle taglie variabile tra i 5 e 22,5 cm di LT e fra 2,20 e 94,80 gr di PT (Fig. 1). Gli individui più piccoli (taglia compresa tra 5 e 6 cm di LT) sono stati catturati nei mesi di dicembre e gennaio.

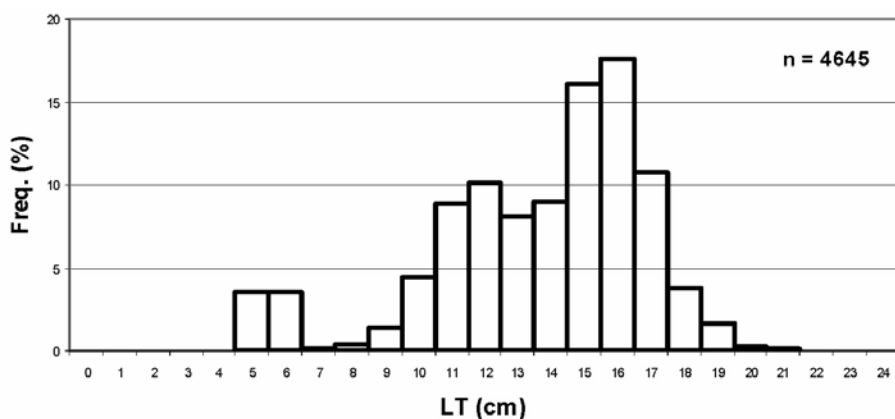


Fig. 1 - Distribuzione lunghezza-frequenza di *Centracanthus cirrus* 1985-2003.

*Length-frequency distribution of Centracanthus cirrus 1985-2003.*

La relazione taglia-peso è risultata allometrica positiva ( $a=0,0039$  e  $b=3,2179$ ) ed il coefficiente di determinazione mostra un buon adattamento dell'equazione ai dati osservati ( $R^2=0,97$ ).

I parametri di crescita secondo l'equazione di von Bertalanffy, ottenuta mediante la scomposizione delle coorti e l'analisi delle progressioni modali, sono risultati:  $L_{\infty}=19,37$  cm;  $k=0,79$   $y^{-1}$ ;  $t_0=-0,316$  y ( $\phi'=2,4719$ ) (Fig. 2a). Tali parametri hanno permesso di stimare un ciclo vitale inferiore ai 5 anni.

La conta degli anelli di accrescimento è stata possibile solamente nelle sagitte incluse in resina e sezionate su piano trasversale; la maggior nitidezza nella lettura e quindi nella stima degli annuli è stata ottenuta mediante osservazione in luce riflessa. La media delle letture effettuate da tre diversi osservatori ha permesso la stima dei seguenti parametri dell'equazione di von Bertalanffy:  $L_{\infty}=19,55$ ;  $k=0,76$   $y^{-1}$  e  $t_0=-0,438$  ( $\phi'=2,461$ ) (Fig. 2b).

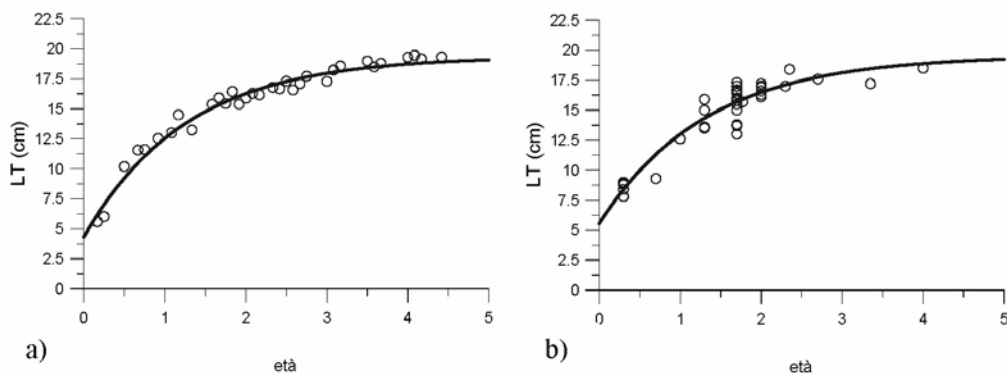


Fig. 2 - Curve di crescita di von Bertalanffy in *Centracanthus cirrus* (a) analisi delle distribuzioni di frequenza; (b) analisi delle sagitte.

*The von Bertalanffy growth curve in Centracanthus cirrus (a) length distribution; (b) sagittae analysis.*

## Conclusioni

L'analisi delle distribuzioni di frequenza mostra una variabilità delle taglie da 5 a 22,5 cm di lunghezza totale e la comparsa delle reclute nei mesi di dicembre e gennaio. La relazione lunghezza-peso è risultata allometrica positiva.

La comparazione degli accrescimenti stimati con le due metodiche non denota particolari differenze, infatti le due curve hanno valori molto simili di  $\phi'$ , pari a 2,4719 ( $L_{\infty}=19,37$  cm;  $k=0,79$   $y^{-1}$ ;  $t_0=-0,316$ ; analisi di progressione modale) e 2,461 (19,55;  $k=0,76$  e  $t_0=-0,438$ ; analisi delle sagitte). Tali risultati sono invece sostanzialmente differenti da quanto riportato in bibliografia. L'unico lavoro si riferisce al Mediterraneo orientale (Ozaydin *et al.*, 2000) e stima parametri di crescita che si caratterizzano per un  $L_{\infty}$  sensibilmente inferiore (16,8 cm), un accrescimento più lento ( $k=0,47$ ) ed un valore di  $\phi'$  pari a 2,1227; tali differenze possono essere associate alla diversità di taglia massima di cattura nei mari Greci ed anche

al relativo periodo di campionamento che copre, nell'arco di un anno, un solo mese.

### Bibliografia

- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) – An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. In: Bertrand J.A., Relini G. (eds), *Demersal resources in the Mediterranean*. Proceedings of the symposium held in Pisa, 18-21 march 1998. IFREMER, Plouzanè. *Actes the colloques*, **26**: 76-93.
- CALAPAJ R., CIRAULO L., BERDAR A., D'AMORE G. (1980) – Caratterizzazione merceologica del *Centracanthus cirrus* Rafinesque. *Atti Soc. Pelorit., Sc. Fis. Mat. e Natur.*, **26**: 122-130.
- CAU A., DEIANA A.M., TORRICELLI P. (1984) – *Centracanthus cirrus* Raf., 1810, nel medio e basso Tirreno (Osteichthyes Centracanthidae). *Museo civ. Stor. Nat. e Acquario Civ.*, Milano, **75** (1-4): 117-124.
- COSTA F. (1991) – *Atlante dei pesci dei mari Italiani*. Mursia Ed: 364 pp.
- GAYANILO F.C., SPARRE D., PAULY D. (1996) – FISAT FAO-ICLARM *Stock Assessment Tools. User's manual*. ICLARM FAO: 126 pp.
- MORALES-NIN B. (1987) – Métodos de determinación de la edad en los osteictios en base a estructuras de crecimiento. *Informes técnicos de investigación pesquera*: 143 pp.
- MURRAY J., HUNT L.A. (1999) – Mixture model clustering using the MULTIMIX program. *N. Z. J. Stat.*, **41**: 153-172.
- OZAYDIN O., BILECENOGLU M., KAYA M. (2000) – Age and growth of the curled picarel (*Centracanthus cirrus*) Rafinesque, 1810 (Osteichthyes: Centracanthidae) in Northern Cyprus, Eastern Mediterranean Sea. *Acta Adriatica*, **41** (2): 35-42.
- RELINI G. (1998) – Valutazione delle risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 3-19.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (1999) – Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 276-299.
- SABATINI A., ADDIS P., FOLLESA M.C., MISSO P., PESCI P., CAU A. (2002) – Proposta di una nuova procedura per l'identificazione delle coorti di una popolazione. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 884-888.
- SECOR D.H., DEAN J.M., LABAN E.H. (1991) – Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. In: Belle W. (ed), *Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research*, **1**: 55 pp.
- TORTONESE E. (1953) – Nota sui Centracanthidae del Mediterraneo (Pisces, Perciformes). *Soc. It. Sci. Natur. e Mus. Civ. St. Natur. Milano*, **92** (1): 24-29.
- TORTONESE E. (1975) – *Fauna d'Italia Osteichthyes pesci ossei*. Calderini Ed. Bologna, **11**: 122-124.

B. REALE, P. SARTOR, A. LIGAS\*, C. VIVA, D. BERTOLINI\*,  
S. DE RANIERI, P. BELCARI\*

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata,  
Viale N. Sauro, 4 - 57128, Livorno, Italy.  
cibmpesca@mcLink.it

\*Dip. di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa, Pisa, Italy.

## DEMERSAL SPECIES ASSEMBLAGE ON THE *LEPTOMETRA PHALANGIUM* (J. MÜLLER, 1841) (ECHINODERMATA; CRINOIDEA) BOTTOMS OF THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

### *FAUNA DEMERSALE DEI FONDALI CON FACIES A LEPTOMETRA PHALANGIUM (J. MULLER, 1841) (ECHINODERMATA; CRINOIDEA) DEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE*

#### **Abstract**

*The demersal assemblage on the Leptometra phalangium (J. Müller, 1841) (Echinodermata; Crinoidea) bottoms of the northern Tyrrhenian Sea has been analysed. A total of 140 species was collected by seasonal trawl surveys. The characterisation of the fauna has been performed through qualitative and quantitative parameters in order to obtain biological and ecological information. Huge presence of juveniles of several species has been evidenced.*

**Key-words:** community composition, demersal fisheries, Leptometra phalangium, Tyrrhenian Sea.

#### **Introduction**

The ecosystem approach is gaining relevant attention as an integration or alternative for the conventional fishery management tools (Garcia *et al.*, 2003). The identification of areas of peculiar ecological and biological interest, such as recruitment or spawning areas, plays an important role in this new context.

During several investigations on the evaluation of demersal resources performed in the northern Tyrrhenian Sea in the last twenty years, the huge presence of the crinoid *Leptometra phalangium* (J. Müller, 1841) on the detritic bottoms of the continental shelf has been evidenced (Pellegrini & Sartor, 1989).

The aim of the present study was to characterise the demersal fauna inhabiting the *L. phalangium* bottoms, in order to obtain useful biological and ecological information on this environment.

#### **Materials and methods**

Data were collected in the northern Tyrrhenian Sea by means of trawl surveys carried out in spring and autumn, from 1985 to 2003, in the framework of national and international projects financed by the Italian Government and the European Commission (DG XIV).

The *L. phalangium* areas were identified through the selection of the hauls with biomass indices of the crinoid greater than 10 kg km<sup>-2</sup>. For each season, the demersal assemblages were investigated by means of the calculation of the frequency of occurrence and of the indices of density and biomass (n km<sup>-2</sup> and kg km<sup>-2</sup>, respectively) of the gathered species. Species diversity indices (*H'* of Shan-

non-Wiener,  $J'$  of Pielou and  $d$  of Margalef) were also estimated. Size structure and abundance of juveniles (Ardizzone & Corsi, 1997) of *Merluccius merluccius*, *Eledone cirrhosa*, *Parapenaeus longirostris* were calculated and compared with those obtained in areas with similar depths but scarce presence of *L. phalangium*.

## Results

Abundant catches of *L. phalangium* ( $>10$  kg km<sup>-2</sup>) were obtained in 51 hauls (29 in spring and 22 in autumn), carried out between 90 and 200 m depth and located in two well defined areas, between the Islands of Elba and Montecristo, and around the Island of Giglio. A total of 140 species, 75 Osteichthyes, 6 Chondrychthyes, 19 Cephalopoda and 40 Crustacea was collected; the demersal assemblage was characterised by high species richness and diversity, particularly in spring (Tab. 1). The frequency of occurrence and the mean abundance and biomass indices, calculated from the 51 hauls (years 1985-2003), are shown in Tab. 2.

Tab. 1 - Number of species per taxa of the demersal assemblage found on the *L. phalangium* bottoms. Evenness, species diversity and richness are also shown.

*Numero di specie per taxa della comunità demersale presente sui fondali a L. phalangium e indici di equitabilità, ricchezza e diversità specifica.*

|                                            | Spring     | Autumn     |
|--------------------------------------------|------------|------------|
| <b>Osteichthyes</b>                        | 69         | 63         |
| <b>Chondrychthyes</b>                      | 5          | 6          |
| <b>Cephalopoda</b>                         | 17         | 19         |
| <b>Crustacea</b>                           | 38         | 23         |
| <b>Total</b>                               | <b>129</b> | <b>111</b> |
| <b>Species Diversity (<math>H'</math>)</b> | 3.183      | 2.549      |
| <b>Evenness (<math>J'</math>)</b>          | 0.655      | 0.541      |
| <b>Species Richness (<math>d</math>)</b>   | 9.516      | 8.327      |

*M. merluccius*, *E. cirrhosa*, *Argentina sphyraena*, *Trachurus trachurus*, *Macroramphosus scolopax* and *Alloteuthis* spp. occurred in more than 90% of the hauls, in spring and in autumn; in both seasons, the European hake, *M. merluccius*, showed the highest density indices; relevant values in biomass were obtained for *T. trachurus* and *E. cirrhosa* (Tab. 2). No commercial species were mainly represented by *Capros aper* and *M. scolopax* (Tab. 2). Many species showed significant differences in frequency of occurrence, density and biomass in the two seasons. As a matter of fact, higher values are shown in autumn for species such as *Trisopterus minutus capelanus* and *Illex coindetii*, due to the huge presence of recruits.

59 hauls with catches of *L. phalangium*  $<10$  kg km<sup>-2</sup> were used to compare areas with huge and scarce presence of the crinoid; the comparison showed higher percentages of juveniles of *M. merluccius* on the *L. phalangium* bottoms, especially in autumn (Tab. 3).

Tab. 2 - List of the twenty most frequent species per season collected on the *L. phalangium* bottoms; F % = frequency of occurrence; n km<sup>-2</sup> = density index; kg km<sup>-2</sup> = biomass index; SE = standard error.

Lista delle venti specie più frequenti per stagione raccolte sulle facies a *L. phalangium*; F % = frequenza di ritrovamento; n km<sup>-2</sup> = indice di densità; kg km<sup>-2</sup> = indice di biomassa; SE = errore standard.

| Spring                              |     |                    |     |                     |      | Autumn                              |     |                    |      |                     |      |
|-------------------------------------|-----|--------------------|-----|---------------------|------|-------------------------------------|-----|--------------------|------|---------------------|------|
| Species                             | F % | n km <sup>-2</sup> | SE  | kg km <sup>-2</sup> | SE   | Species                             | F % | n km <sup>-2</sup> | SE   | kg km <sup>-2</sup> | SE   |
| <i>Merluccius merluccius</i>        | 100 | 3647               | 877 | 61.0                | 10.3 | <i>Merluccius merluccius</i>        | 100 | 8540               | 2574 | 75.4                | 13.3 |
| <i>Eledone cirrhosa</i>             | 100 | 517                | 97  | 73.2                | 15.9 | <i>Trisopterus m. capelanus</i>     | 100 | 3297               | 573  | 49.6                | 6.7  |
| <i>Capros aper</i>                  | 93  | 1981               | 722 | 16.8                | 8.4  | <i>Illex coindetii</i>              | 100 | 1341               | 261  | 38.3                | 6.3  |
| <i>Argentina sphyraena</i>          | 93  | 1016               | 250 | 11.5                | 2.5  | <i>Eledone cirrhosa</i>             | 100 | 548                | 190  | 23.6                | 8.4  |
| <i>Parapenaeus longirostris</i>     | 90  | 2103               | 517 | 16.6                | 4.0  | <i>Parapenaeus longirostris</i>     | 95  | 988                | 177  | 7.5                 | 1.3  |
| <i>Trachurus trachurus</i>          | 90  | 1744               | 587 | 100.1               | 32.9 | <i>Trachurus trachurus</i>          | 95  | 398                | 126  | 24.0                | 7.3  |
| <i>Macroramphosus scolopax</i>      | 90  | 1097               | 390 | 8.5                 | 2.8  | <i>Argentina sphyraena</i>          | 95  | 231                | 48   | 2.5                 | 0.5  |
| <i>Alloteuthis</i> spp.             | 90  | 376                | 91  | 1.9                 | 0.4  | <i>Sepia orbignyana</i>             | 95  | 79                 | 12   | 2.5                 | 0.5  |
| <i>Callionymus maculatus</i>        | 90  | 355                | 104 | 1.1                 | 0.3  | <i>Alloteuthis</i> spp.             | 91  | 2295               | 799  | 4.0                 | 1.3  |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i>       | 86  | 1583               | 413 | 24.1                | 6.6  | <i>Macroramphosus scolopax</i>      | 91  | 2070               | 610  | 10.3                | 3.3  |
| <i>Mullus barbatus</i>              | 86  | 202                | 43  | 11.5                | 2.4  | <i>Mullus barbatus</i>              | 91  | 382                | 73   | 16.1                | 2.7  |
| <i>Helicolenus d. dactylopterus</i> | 83  | 392                | 113 | 3.6                 | 1.1  | <i>Lepidotrigla cavillone</i>       | 91  | 359                | 126  | 5.4                 | 1.9  |
| <i>Zeus faber</i>                   | 79  | 89                 | 21  | 18.3                | 4.6  | <i>Sepietta oweniana</i>            | 91  | 164                | 75   | 0.6                 | 0.2  |
| <i>Octopus salutii</i>              | 76  | 35                 | 6   | 8.3                 | 1.8  | <i>Lepidorhombus bosci</i>          | 91  | 53                 | 8    | 3.0                 | 0.4  |
| <i>Chlorotocus crassicornis</i>     | 72  | 137                | 37  | 0.2                 | 0.1  | <i>Capros aper</i>                  | 82  | 711                | 375  | 3.5                 | 1.9  |
| <i>Phycis blennoides</i>            | 72  | 85                 | 23  | 1.3                 | 0.4  | <i>Callionymus maculatus</i>        | 82  | 134                | 41   | 0.6                 | 0.2  |
| <i>Lophius budegassa</i>            | 72  | 25                 | 5   | 17.9                | 4.1  | <i>Zeus faber</i>                   | 82  | 134                | 40   | 13.4                | 4.0  |
| <i>Lepidorhombus bosci</i>          | 69  | 88                 | 21  | 4.2                 | 1.0  | <i>Aspitrigla cuculus</i>           | 82  | 80                 | 19   | 4.7                 | 1.1  |
| <i>Conger conger</i>                | 69  | 29                 | 7   | 5.2                 | 1.7  | <i>Conger conger</i>                | 77  | 41                 | 15   | 4.3                 | 1.5  |
| <i>Sepia elegans</i>                | 66  | 90                 | 26  | 0.7                 | 0.2  | <i>Helicolenus d. dactylopterus</i> | 73  | 100                | 35   | 1.3                 | 0.5  |

Tab. 3 - Seasonal mean density indices and percentages of juveniles obtained on the *L. phalangium* bottoms and on the areas with scarce presence of *L. phalangium*.

n km<sup>-2</sup> = density index; SE = standard error; % juv = percentage of juveniles.

Indici stagionali medi di densità e percentuali di giovani sui fondali a *L. phalangium*) e sulle aree con scarsa presenza di *L. phalangium*.

n km<sup>-2</sup> = indice di densità; SE = errore standard; % juv = percentage of juveniles.

| Species                | SPRING                                |      |                  |                                         |      |                  |
|------------------------|---------------------------------------|------|------------------|-----------------------------------------|------|------------------|
|                        | Huge presence of <i>L. phalangium</i> |      |                  | Scarce presence of <i>L. phalangium</i> |      |                  |
|                        | n km <sup>-2</sup>                    | SE   | % juv            | n km <sup>-2</sup>                      | SE   | % juv            |
| <i>M. merluccius</i>   | 3647                                  | 877  | 51% (<12 cm TL)  | 5610                                    | 1346 | 48% (< 12 cm TL) |
| <i>E. cirrhosa</i>     | 517                                   | 97   | 3% (< 4 cm ML)   | 341                                     | 55   | 4% (< 4 cm ML)   |
| <i>P. longirostris</i> | 2103                                  | 517  | 11% (< 20 mm CL) | 94                                      | 33   | 5% (<20 mm CL)   |
| Species                | AUTUMN                                |      |                  |                                         |      |                  |
|                        | Huge presence of <i>L. phalangium</i> |      |                  | Scarce presence of <i>L. phalangium</i> |      |                  |
|                        | n km <sup>-2</sup>                    | SE   | % juv            | n km <sup>-2</sup>                      | SE   | % juv            |
| <i>M. merluccius</i>   | 8540                                  | 2574 | 80% (< 12 cm TL) | 7993                                    | 1701 | 60% (< 12 cm TL) |
| <i>E. cirrhosa</i>     | 548                                   | 190  | 4% (< 4 cm ML)   | 340                                     | 71   | 3% (< 4 cm ML)   |
| <i>P. longirostris</i> | 988                                   | 177  | 38% (< 20 mm CL) | 591                                     | 128  | 41% (< 20 mm CL) |

## Conclusions

An highly diversified species assemblage was observed on the *L. phalangium* bottoms, as reported by Colloca *et al.* (2003, 2004) for the central Tyrrhenian Sea and by Kallianiotis *et al.* (2000) for the Cretan Sea. The species richness could be correlated to the presence of the crinoid that enhances the habitat heterogeneity by developing three-dimensional communities (Colloca *et al.*, 2004). Trophic factors could play an important role as well. As a matter of fact, feeding studies performed in the northern Tyrrhenian Sea (Sartor, 1995) highlighted, for juveniles and adults of many teleosts, a similar diet mainly based on *Lophogaster typicus* (M. Sars, 1857), a mysid abundant on the *L. phalangium* bottoms (Pérès & Picard, 1964). The protection of areas with high species richness and diversity, such as the *L. phalangium* beds, could play an important role for fishery management in the Mediterranean Sea (Colloca *et al.*, 2004).

## References

- ARDIZZONE G.D., CORSI F. (eds) (1997) – Atlas of Italian demersal fishery resources. Trawl surveys 1985-1987. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (2): 568 pp.
- COLLOCA F., CARDINALE M., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. (2003) – Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **56**: 469-480.
- COLLOCA F., CARPENTIERI P., BALESTRI E., ARDIZZONE G.D. (2004) – A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology*, **145**: 1129-1142.
- GARCIA S.M., ZERBI A., ALIAUME C., DO CHI T., LASSERRE G. (2003) - *The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook*. FAO Fisheries Technical Paper, **443**: 71 pp.
- KALLIANIOTIS A., SOPHRONIDIS K., VIDORIS P., TSELEPIDES A. (2000) – Demersal fish and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. *Progress in Oceanography*, **46**: 429-455.
- PELLEGRINI D., SARTOR P. (1989) – Distribuzione spazio-temporale degli echinodermi dei fondi molli del Mar Tirreno Settentrionale. *Nova Thalassia*, **10** (1): 603-605.
- PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Extrait du Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, **31** (47): 138 pp.
- SARTOR P. (1995) - Regime alimentare di osteitti Gadiformi nel Mar Tirreno Settentrionale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Serie B.*, **102**: 59-67.



M. RIA, C. RUSTIGHI, M. CASOTTI, R. SILVESTRI, R. BAINO

ARPAT, Area Mare, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.

## NOTE SULLA DISTRIBUZIONE E BIOLOGIA DI *LOLIGO VULGARIS* E *LOLIGO FORBESI* NELLE ACQUE TOSCANE

### *DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF LOLIGO VULGARIS AND LOLIGO FORBESI IN TUSCANY WATERS*

#### **Abstract**

*Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda, Teuthoidea) are the most frequent species of squid in the Tuscany waters. More than 800 hauls were carried out in the years 1985-2002 with a bottom trawl net in the northern Tyrrhenian area up to 600 m depth. Geographical and bathymetrical distributions are analysed for both species, as well as the time series of biomass indexes, mean weights, length frequency distributions, length-weight correlations and size at first maturity.

**Key-words:** *Loligo*, length-weight relationships, geographical distribution, sexual maturity, Tyrrhenian Sea.

#### **Introduzione**

Entrambe le specie di calamaro presenti nel Mar Mediterraneo, *Loligo vulgaris* (Lamark, 1798) e *Loligo forbesi* (Steenstrup, 1856) sono ben rappresentate nelle acque toscane. Le stime ricavate dai dati IREPA dell'ultimo anno (2003) mostrano che le catture commerciali di calamari, in Toscana, ammontano a circa 108 tonnellate. Scopo di questo lavoro è quello di presentare un quadro informativo sulla distribuzione spaziale e sulle caratteristiche biologiche di questi pregiati calamari.

#### **Materiali e metodi**

I dati provengono da oltre 800 campionamenti eseguiti nell'ambito del programma GRU.N.D (Gruppo Nazionale Demersali) negli anni dal 1985 al 2002. Si tratta di campionamenti realizzati con la rete a strascico, pescate della durata di un'ora, nell'area prospiciente le coste settentrionali della Toscana, dalla foce del Fiume Magra fino all'Isola d'Elba, a profondità comprese tra i 10 e i 600 metri.

Per le due specie vengono analizzate e confrontate le distribuzioni geografiche, batimetriche, le abbondanze e le caratteristiche biologiche, nelle acque toscane a nord dell'Elba. In particolare, gli indici d'abbondanza sono espressi sia come cattura oraria (kg/h), sia con il metodo dell'area strascicata (kg/km<sup>2</sup>) considerando la distanza percorsa (circa 3 miglia nautiche) e l'apertura orizzontale della rete, variabile da 13 a 22 metri. Le analisi morfometriche e biologiche sono state eseguite su circa 4000 e 6000 esemplari rispettivamente di *L. forbesi* e *L. vulgaris*, con lunghezze (misura dorsale del mantello, LM) variabili tra 3 e 40 cm. Sono stati considerati maturi gli individui con gonadi ascrivibili al 3° stadio della scala di maturità utilizzata in ambito MEDITS (Abelló *et al.*, 2002); pur non essendo specifica, questa scala è stata scelta perché ampiamente utilizzata nel Mediterraneo. Infine, è stata valutata, con interpolazione logistica, la taglia di prima maturità (LM<sub>50%</sub>), ovvero la taglia alla quale il 50% degli individui risulta sessualmente maturo.

## Risultati

Le due specie presentano una distribuzione spaziale differente come evidenziato in Fig. 1. Similmente a quanto osservato da Belcari e Sartor (1993) nella Toscana meridionale, *L. vulgaris* si rileva tra 10 e 250 metri di profondità, con quantità relative massime entro 100 metri, dove la specie fornisce indici di abbondanza fino a 0,8 kg/h. Al contrario *L. forbesi* si trova tra 80 e 600 metri, con presenza più elevata tra 250 e 350 metri, giungendo a indici di abbondanza anche superiori a 3 kg/h.

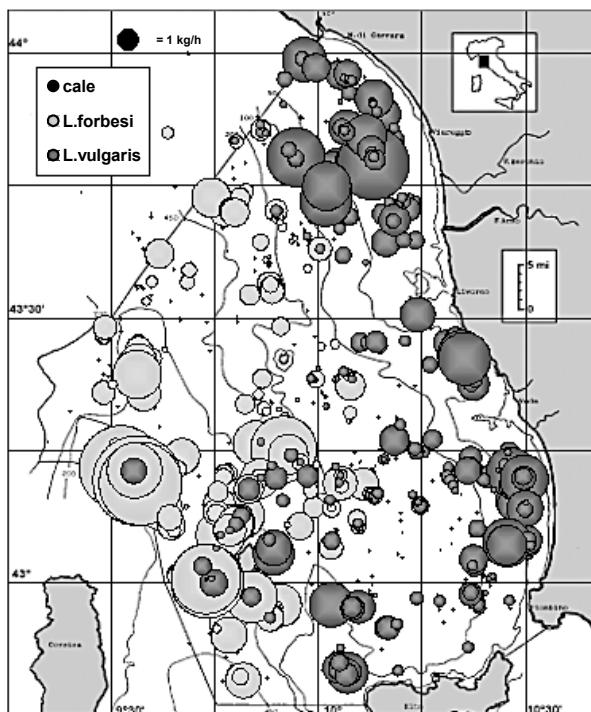


Fig. 1 - Distribuzione geografica ed abbondanza delle due specie nell'area di studio.  
Geographical distribution and biomass index of the two species in the studied area.

Per quanto riguarda l'analisi del trend delle abbondanze, *L. vulgaris* ha mostrato un incremento da 1 kg/km<sup>2</sup> all'inizio degli anni '90 a oltre 3 kg/km<sup>2</sup> nelle ultime campagne. Ancora più accentuato appare tale andamento in *L. forbesi* che cresce da 1 kg/km<sup>2</sup> a oltre 5 kg/km<sup>2</sup>. La biomassa media in mare dell'area a nord dell'Isola d'Elba (stimata su base annuale con un coefficiente di catturabilità pari a 1) risulta essere pressoché equivalente per entrambe le specie, intorno a 30 tonnellate per *L. vulgaris* e 36 tonnellate per *L. forbesi*.

Come è possibile osservare dalla Fig. 2, *L. vulgaris* passa da un peso medio individuale di 30 g nella zona più costiera ad un massimo di 100 g intorno ai 250 metri di profondità. *L. forbesi* è caratterizzato invece da taglie sensibilmente maggiori, raggiungendo un peso medio di 550 g su fondali a profondità di circa 500 metri.

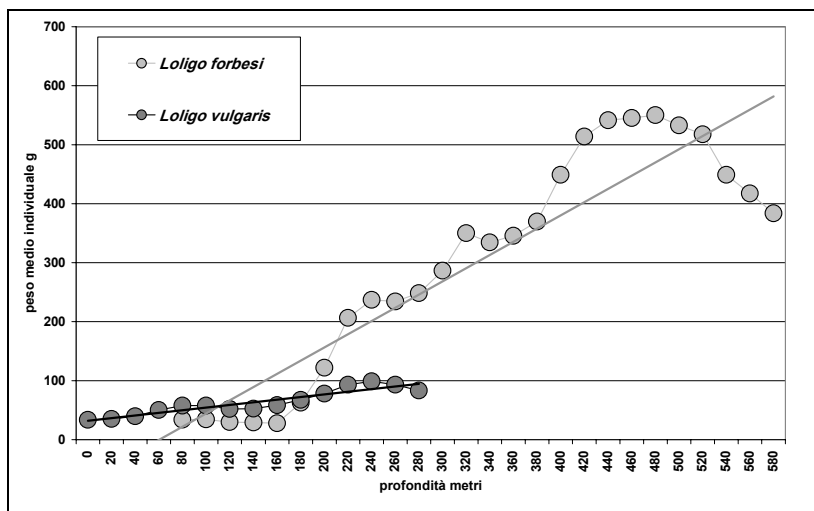


Fig. 2 - Peso medio individuale in relazione alla profondità.

*Individual mean weight related to depth.*

Nelle distribuzioni di frequenza delle lunghezze *L. vulgaris* evidenzia una prima moda intorno ai 5 cm, costituita da individui indeterminati, mentre maschi e femmine si distribuiscono su taglie maggiori con una singola moda situata sui 9-10 cm. Similmente, *L. forbesi* è caratterizzato da un primo picco di indeterminati con taglia modale di 4 cm, ma gli individui sessualmente determinati presentano due successive mode localizzabili a 8 cm e a 16 cm (Fig. 3). Il test del chi quadro evidenzia una differenza significativa ( $P < 0,01$ ) nelle distribuzioni di taglia tra maschi e femmine per entrambe le specie ricollegabile al dimorfismo sessuale: si noti, quale esempio, che nelle classi superiori a 13 cm LM le femmine di *L. forbesi* risultano in quantità doppia dei maschi.

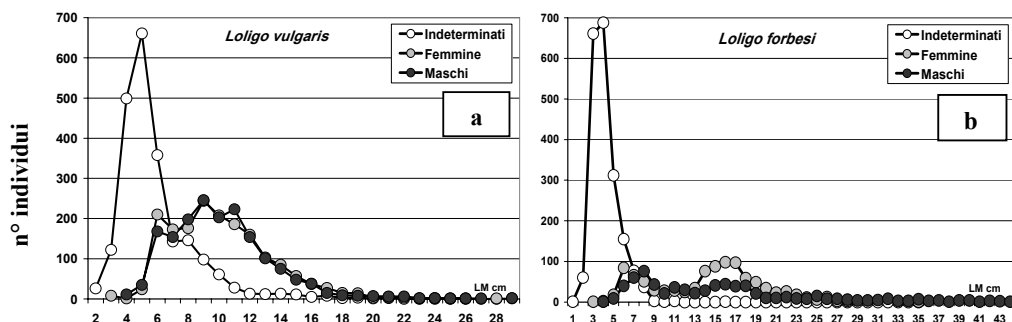


Fig. 3 - Distribuzioni di frequenza delle taglie di *Loligo vulgaris* (a) e *Loligo forbesi* (b).

*Length frequency distributions of Loligo vulgaris (a) and Loligo forbesi (b).*

L'analisi delle correlazioni tra lunghezza e peso dimostra, per entrambe le specie, una crescita di tipo allometrico senza differenze significative tra maschi e femmine: i valori del coefficiente  $b$  variano da 2,38 a 2,49 con limiti fiduciali al 95% compresi tra 2,33 e 2,54 (Tab. 1); i risultati ottenuti per *Loligo forbesi* sono in accordo con quanto già riportato da Ragonese e Jereb (1986).

Tab. 1 - Risultati della correlazione lunghezza-peso di *Loligo vulgaris* e *Loligo forbesi*.

*Results of the length-weight relationship of Loligo vulgaris and Loligo forbesi.*

| <i>Loligo vulgaris</i> | <b>a</b>      | <b>b</b>    | s.e. b | LF 95% | LF 95% | N   | <b>r<sup>2</sup></b> |
|------------------------|---------------|-------------|--------|--------|--------|-----|----------------------|
| <b>femmine</b>         | <b>0,1328</b> | <b>2,49</b> | 0,0254 | 2,54   | 2,43   | 225 | <b>0,98</b>          |
| <b>maschi</b>          | <b>0,1460</b> | <b>2,43</b> | 0,0272 | 2,48   | 2,38   | 221 | <b>0,97</b>          |
| <i>Loligo forbesi</i>  | <b>a</b>      | <b>b</b>    | s.e. b | LF 95% | LF 95% | N   | <b>r<sup>2</sup></b> |
| <b>femmine</b>         | <b>0,1536</b> | <b>2,46</b> | 0,0220 | 2,50   | 2,41   | 124 | <b>0,99</b>          |
| <b>maschi</b>          | <b>0,1860</b> | <b>2,38</b> | 0,0205 | 2,42   | 2,33   | 130 | <b>0,99</b>          |

La taglia di prima maturità ( $LM_{50\%}$ ), è simile tra i maschi e le femmine della stessa specie; i sigmoidi di interpolazione sono relativamente ripidi con un intervallo di circa 5 cm tra le  $LM_{25\%}$  e  $LM_{75\%}$ . In *L. vulgaris*  $LM_{50\%}$  risulta di 17,0 cm per le femmine e 18,8 per i maschi. Questi valori sono inferiori ai corrispondenti ottenuti per *L. forbesi* pari rispettivamente a 20,3 e 21,6 cm, coerentemente con la maggiore taglia massima raggiunta da quest'ultima specie, come rilevato anche da Wood e O'Dor (2000).

## Conclusioni

Per quanto riguarda la distribuzione delle due specie, *L. vulgaris* risulta diffuso principalmente lungo la costa con maggiori concentrazioni nei tratti prospicienti Viareggio e San Vincenzo; presenze significative possono essere rilevate anche a nord-ovest dell'Isola d'Elba. *L. forbesi* è invece localizzato soprattutto nella zona compresa tra le isole di Capraia, Gorgona e Corsica, con le maggiori abbondanze più al largo, per cui si osserva solo una parziale sovrapposizione delle aree di distribuzione delle due specie.

L'intervallo batimetrico di distribuzione di *Loligo vulgaris* risulta essere più ristretto rispetto a quanto osservato da altri autori in diverse zone del Mediterraneo (Casali *et al.*, 1998; D'Onghia *et al.*, 1995; Ragonese e Jereb, 1990). Invece la distribuzione di *Loligo forbesi* è in accordo con quanto osservato da Ragonese e Jereb (1986) e Tursi e D'Onghia (1992).

L'analisi del trend delle abbondanze, seppure con fluttuazioni relativamente ampie, indica un aumento particolarmente accentuato nell'ultimo decennio per i due calamari. Gli indici d'abbondanza per entrambe le specie mostrano una marcata stagionalità con un minimo estivo e un massimo, tre volte superiore, nel periodo tra ottobre e dicembre, dopo che è avvenuto il reclutamento alla pesca della nuova classe d'età, periodo già osservato nel Mar Ligure da Relini e Orsi Relini (1984) e Wurtz e Giuffrè (1989).

Per entrambe le specie la taglia media cresce con l'aumentare della profondità e si rilevano differenze statisticamente significative nelle distribuzioni di taglia tra i due sessi in entrambe le specie. Al contrario non sono significative le differenze tra i sessi né nell'analisi della correlazione lunghezza-peso, né in quella relativa alla taglia di prima maturità.

### Bibliografia

- ABELLÓ P., BERTRAND J.A., DE SOLA L.G., PAPACOSTANTINOU C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) – Mediterranean Marine Demersal Resources: the Medits International Trawl Survey (94-99). *Sci. Mar.*, **66** (2): 9-17.
- BELCARI P., SARTOR P. (1993) – Bottom trawling teuthofauna of the northern Tyrrhenian Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 145-152.
- CASALI P., MANFRIN PICCINETTI G., SORO S. (1998) – Distribuzione di cefalopodi in alto e medio Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **5**: 307-317.
- D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A., MAIORANO P., PANETTA P. (1995) – Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiale nel Mediterraneo Orientale (Mar Jonio e Mar Egeo). *Biol. Mar. Medit.*, **2**: 199-204.
- RAGONESE S., JEREB P. (1986) - *Loligo forbesi* (Steenstrup, 1856), Cephalopoda - Loliginidae, nel versante siciliano del Mare Pelagico (Canale di Sicilia): nota preliminare sulla distribuzione, composizione per taglia e biologia riproduttiva. *Nova Thalassia*, **8** (3): 529-555.
- RAGONESE S., JEREB P. (1990) – Sulla teutofauna di interesse commerciale del Canale di Sicilia. *Oebalia*, **16** (2): 745-748.
- RELINI G., ORSI RELINI L. (1984) – The role of cephalopods in the inshore trawl fishing of the Ligurian Sea. *Oebalia*, **10**: 37-58.
- TURSI A., D'ONGHIA G. (1992) – Cephalopods of the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **18**: 25-43.
- WOOD J.B., O'DOR R.K. (2000) – Do larger cephalopods live longer? Effects of temperature and phylogeny on interspecific comparison of age and size at maturity. *Mar. Biol.*, **136**: 91-99.
- WURTZ M., GIUFFRÀ E. (1989) – Riproduzione ed accrescimento di *Loligo vulgaris* (Cephalopoda, Myopsida) in Mar Ligure. *Oebalia*, **15** (2): 831-834.

M. ROMANELLI, I. CONSALVO, O. GIOVANARDI

ICRAM, Via di Casalotti, 300 – 00166 Rome, Italy.

## PRELIMINARY DATA ON THE COMPOSITION OF DISCARDS FROM COMMERCIAL TRAWLERS BASED AT FIUMICINO (CENTRAL TYRRHENIAN SEA)

### *DATI PRELIMINARI SULLA COMPOSIZIONE DELLO SCARTO DI UNITÀ OPERANTI A STRASCICO NELL'AREA DI FIUMICINO (TIRRENO CENTRALE)*

#### **Abstract**

*Authors report the species composition of discards obtained from 15 hauls carried out during 2002-2004 by two trawlers based at Fiumicino (Italy). Throughout the explored depth range (25-620 m) the most rejected individuals came from non-commercial and low-valued species. It is worth noting that fairly large numbers of Selachians were killed and discarded on fishing grounds deeper than 150 m. Depending on depths, discards made 25% to 60% of the catch of each haul.*

**Key-words:** *by catch, fishing effects, trawling, Mediterranean Sea.*

#### **Introduction**

The incidental capture of species towards which there no directed effort is characteristic of commercial fisheries and is termed by-catch. A large fraction of this by-catch is usually discarded at sea as it is either composed of inedible and low-valued species or undersized individuals of commercial species which cannot be sold for legal reasons.

Since many rejected animals and plants are either dead or functionally damaged, discards at sea substantially contribute to the mortality suffered by marine stocks. Analysis of the species composition of discards is therefore useful to understand how fisheries affect the abundance of commercial and non-commercial stocks and their inter-specific relationships.

In the last 15 years many studies focused on the problem of by-catch and its multiple effects on marine species and ecosystems (Kaiser and de Groot, 2000; Stevens *et al.*, 2000), and political actions have been progressively developing to monitor and reduce the global impact of commercial fisheries (FAO, 1995; CE, 2000).

In Italy data on the composition of by-catch and discards were reported for the “rapido” nets operating in the Northern Adriatic (Pranovi *et al.*, 2001; Raičevich, 2004) as well for the undersized individuals of some commercial species caught by trawl nets in various geographic areas (Sbrana *et al.*, 1998; Lembo *et al.*, 2002).

Along the entire SW Italian coast poor data are available on the by-catch of non-commercial species; an exploratory study was thus performed, by monitoring the discards of two trawlers based at Fiumicino (Central Tyrrhenian Sea) for several days.

## Materials and methods

Monitoring of discards was performed on-board of two commercial trawlers (GT 44 and GT 69 respectively, powered by 440 kW and 295 kW engines) fishing between midnight and mid-afternoon, either by high-opening or low opening otter trawl nets.

In late autumn 2002–late spring 2004 discards from 15 hauls performed during 5 distinct daily trips were monitored. The examined hauls made up 60% to 100% of the daily fishing operations. Minimum size of the stretched meshes complied the legal 40 mm threshold.

Tab. 1 - Synopsis of data obtained on the quantities and species composition of discards from hauls performed at different depths.

*Stima dei quantitativi di scarto ottenuti in cale svolte in distinti settori batimetrici e loro suddivisione per gruppi sistematici.*

| Biological taxa & other categories                       | No. species | Mean yield (kg/h) | Yield range (kg/h) | Mean No. animals discarded per fishing hour |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------------|
| <i>Fishing grounds down to 50 m (No. hauls= 7)</i>       |             |                   |                    |                                             |
| Teleosts                                                 | 29          | 6.7               | 2.2-11.8           | 700                                         |
| Selachians & Chimaeras                                   | 0           | 0                 | -                  | 0                                           |
| Crustaceans                                              | 12          | 3.8               | 0.7-9.2            | 600                                         |
| Gastropods                                               | 8           | 1.9               | 0.2-6.3            | 280                                         |
| Bivalves                                                 | 7           | 0.5               | 0.1-0.8            | 60                                          |
| Cephalopods                                              | 5           | 0.3               | 0.0-1.6            | 10                                          |
| Echinoderms                                              | 7           | 0.9               | 0.6-2.5            | 200                                         |
| Other animals                                            | 6-10        | 0.6               | 0.2-0.9            | not estimated                               |
| Total                                                    | -           | 14.9              | 10.2-20.5          | not estimated                               |
| <i>Fishing grounds at 50-150 m depths (No. hauls= 4)</i> |             |                   |                    |                                             |
| Teleosts                                                 | 27          | 7.6               | 7.2-8.2            | 425                                         |
| Selachians & Chimaeras                                   | 1           | 0.0               | 0.0-0.1            | 0                                           |
| Crustaceans                                              | 9           | 0.6               | 0.3-0.9            | 250                                         |
| Gastropods                                               | 7           | 0.5               | 0.1-1.1            | 150                                         |
| Bivalves                                                 | 5           | 0.1               | 0.0-0.7            | 10                                          |
| Cephalopods                                              | 6           | 0.5               | 0.1-1.1            | 50                                          |
| Echinoderms                                              | 6           | 1.1               | 0.2-3.0            | 800                                         |
| Other animals                                            | 5-7         | <0.1              | 0.0-0.1            | not estimated                               |
| Total                                                    | -           | 10.6              | 8.0-11.5           | not estimated                               |
| <i>Fishing grounds deeper than 150 m (No. hauls= 4)</i>  |             |                   |                    |                                             |
| Teleosts                                                 | 25          | 4.1               | 1.7-9.1            | 350                                         |
| Selachians & Chimaeras                                   | 4           | 2.4               | 0.1-3.9            | 50                                          |
| Crustaceans                                              | 8           | 0.2               | 0.1-0.3            | 35                                          |
| Gastropods                                               | 0           | 0                 | -                  | 0                                           |
| Bivalves                                                 | 0           | 0                 | -                  | 0                                           |
| Cephalopods                                              | 4           | <0.1              | 0.0-0.2            | not estimated                               |
| Echinoderms                                              | 0           | 0                 | -                  | 0                                           |
| Other animals                                            | -           | 0                 | -                  | not estimated                               |
| Total                                                    | -           | 6.7               | 3.1-9.9            | not estimated                               |

The quantities of fish discarded after each trawl were calculated by counting the 25 l boxes whose content had been thrown overboard. Similarly, the total quantities of commercial fish caught during each fishing trip were estimated from the numbers of landed boxes. During the study, fishing areas were always autonomously selected by the captains in order to know, to some extent, what species are more frequently targeted.

After each haul, 7.5 kg samples of discards were taken and stored away. In the laboratory these samples were sorted and all individuals identified to the species or to larger taxa when identification was difficult or too time-consuming. Individuals of each taxon were counted and weighed together to the closest 0.1 g.

Tab. 2 - List of the species and other zoological *taxa* numerically predominating in the discards obtained at different depth ranges.

*Elenco delle specie o altri taxa zoologici numericamente predominanti nello scarto ottenuto in differenti settori batimetrici.*

| Species and other zoological taxa                 | Median No. of rejected individuals (N/h) | Mean No. of rejected individuals (N/h) | Numerical percentage individuals discarded from catches (rough estimate) |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Fishing grounds down to 50 m (No. hauls= 7)       |                                          |                                        |                                                                          |
| <i>Arnoglossus laterna</i>                        | 160                                      | 175                                    | 100%                                                                     |
| <i>Engraulis encrasicolus</i>                     | 50                                       | 100                                    | 100%                                                                     |
| <i>Spicara spp.</i>                               | 30                                       | 35                                     | 30%                                                                      |
| <i>Citharus linguatula</i>                        | 25                                       | 50                                     | 25%                                                                      |
| <i>Pagellus erythrinus</i>                        | 15                                       | 50                                     | 75%                                                                      |
| <i>Paguridae spp.</i>                             | 80                                       | 160                                    | 100%                                                                     |
| <i>Squilla mantis</i>                             | 80                                       | 160                                    | 25%                                                                      |
| <i>Liocarcinus depurator</i>                      | 10                                       | 70                                     | 100%                                                                     |
| <i>Naticarius stercus-muscarum</i>                | 50                                       | 200                                    | 25%                                                                      |
| <i>Bolinus brandaris</i>                          | 40                                       | 50                                     | 30%                                                                      |
| Fishing grounds at 50-150 m depths (No. hauls= 4) |                                          |                                        |                                                                          |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i>                     | 100                                      | 150                                    | 100%                                                                     |
| <i>Argentina sphyraena</i>                        | 20                                       | 25                                     | 100%                                                                     |
| <i>Trisopterus m. capellanus</i>                  | 25                                       | 30                                     | 40%                                                                      |
| <i>Sardina pilchardus</i>                         | 25                                       | 30                                     | 100%                                                                     |
| <i>Engraulis encrasicolus</i>                     | 30                                       | 35                                     | 100%                                                                     |
| <i>Pagellus erythrinus</i>                        | 25                                       | 75                                     | 75%                                                                      |
| <i>Arnoglossus laterna</i>                        | 25                                       | 35                                     | 100%                                                                     |
| <i>Squilla mantis</i>                             | 15                                       | 15                                     | < 20%                                                                    |
| <i>Solenocera membranacea</i>                     | 15                                       | 25                                     | 100%                                                                     |
| <i>Liocarcinus depurator</i>                      | 10                                       | 30                                     | 100%                                                                     |
| Fishing grounds deeper than 150 m (No. hauls= 4)  |                                          |                                        |                                                                          |
| <i>Lampanyctus spp.</i>                           | 35                                       | 55                                     | 100%                                                                     |
| <i>Hymenocephalus italicus</i>                    | 40                                       | 40                                     | 100%                                                                     |
| <i>Phycis blennoides</i>                          | 25                                       | 25                                     | > 80%                                                                    |
| <i>Nezumia sclerorhynchus</i>                     | 7                                        | 8                                      | 100%                                                                     |
| <i>Hoplostethus mediterraneus</i>                 | 3                                        | 3                                      | 100%                                                                     |
| <i>Galeus melastomus</i>                          | 30                                       | 45                                     | 95%                                                                      |
| <i>Etmopterus spinax</i>                          | 3                                        | 5                                      | 100%                                                                     |



In data analysis the total numbers of discarded fish were estimated by linearly expanding the species composition found in the subsamples examined in the laboratory to the entire quantity of by-catch rejected after each haul.

## Results

Hauls targeting high-valued crustaceans living on epibathyal and mesobathyal grounds on average resulted to last  $317 \pm 100$  min. (No. hauls=4; depth range: 225-620 m) while for trawls carried out on the continental shelf the mean fishing time significantly decreased to  $175 \pm 29$  min. (N=11; depth range: 25-130 m) (t-test, 13 d.o.f:  $p < 0.001$ ).

In the examined hauls total quantities of discarded fish approximately ranged 3-20 kg for each fishing hour (Tab. 1). In hauls from shallow waters discarded fish made 40% to 60% of catches and this percentage decreased to 30-50% and 25-50% for the fishing operations carried out at 50-150 m and >150 m depths respectively.

In hauls of the 25-150 m depth range hundreds Teleosts, Crustaceans and Echinoderms were killed for each fishing hour and rejected overboard. Gastropod discards, mainly composed of *Naticarius stercus-muscarum* (Gmelin) and *Bolinus brandaris* (L.) shells, were similarly abundant but presumably many individuals were still alive when returned to the sea since almost all animals sent to the market (30 individuals of both species were examined each time during landing operations) had tightly closed opercula and appropriate "fresh marine" odour.

Data on Tab. 2 show that numerically large portions of the killed animals came from non-commercial and low-valued species. It is worth noting that 45 individuals of *Galeus melastomus* Rafinesque were on average rejected per each trawling hour. Fairly large numbers of Pandora juveniles, *Pagellus erythrinus* (L.), were discarded after hauls carried out on the continental shelf.

## Conclusions

Our data show that fair or large portions of the fishing catches are routinely rejected by commercial trawlers operating off Fiumicino. Most animals thrown overboard come from non-commercial species (i.e. are by-catch) thus discards make almost the entire catch. Although individuals of these species are not directly targeted by trawlers the fishing mortality suffered by local stocks should be appropriately determined. This is even more important for long-lived fishes such as Selachians and some Macrurids.

Moreover, since all hauls of shallower waters were carried out in proximity both of non-trawlable areas (Ardizzone & Corsi, 1997) which often host rich benthic assemblages and *Posidonia* meadows (Ardizzone & Belluscio, 1996) it would be important to monitor the activity of local trawlers.

## References

- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A. (1996) – Le praterie di *Posidonia oceanica* delle coste laziali. In: La Marca G.B., Raffi R. (eds), *Il mare del Lazio*, Università La Sapienza, Regione Lazio, Roma: 194-211.
- ARDIZZONE G.D., CORSI F. (1997) – Atlante delle risorse ittiche italiane. *Biol. Mar. Medit.*, 4 (2): 1-480.

- CE (2000) – Regolamento (CE) n. 1543/2000 del Consiglio, del 29 giugno 2000, che istituisce un quadro comunitario per la raccolta e la gestione dei dati essenziali all'attuazione della politica comune della pesca. *G.U.C.E., Serie L* (176): 1-16.
- FAO (1995) – *Code of conduct for responsible fisheries*. Rome, Fao: 41 pp.
- KAISER M.J., DE GROOT S.J. (2000) – *Effects of fishing on non-target species and habitats. Biological, conservation and socio-economic issues*. Blackwell Science, Oxford: 399 pp.
- LEMBO G., CARBONARA P., SILECCHIA T., SPEDICATO M.T. (2002) – Prove di pesca a strascico con rete a doppio sacco per la valutazione della selettività dell'attrezzo e della qualità del prodotto. *Quad. Scient. Lega Pesca*, **2**: 1-47.
- PRANOVI F., RAICEVICH S., FRANCESCHINI G., TORRICELLI P., GIOVANARDI O. (2001) – Discard analysis and damage to non-target species in the "rapido" trawl fishery. *Mar. Biol.*, **139**: 863-875.
- RAICEVICH S. (2004) – *Assessment of ecological disturbance in marine environments*. PhD Thesis, Università "Ca' Foscari", Venezia: 139 pp.
- SBRANA M., BIAGI F., SARTOR P., DE RANIERI S. (1998) – Osservazioni sulla selettività di una rete a strascico commerciale utilizzata nell'Arcipelago Toscano. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 449-456.
- STEVENS J.D., BONFIL R., DULVY N.K., WALKER P.A. (2000) – The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 476-494.

I. ROSSETTI, P. SARTOR<sup>1</sup>, B. FRANCESCONI, P. BELCARI<sup>2</sup>

Aplysia p.s.c.r.l., Via Delle Viole, 1 – 57124 Livorno, Italy.  
aplysia1@libero.it

<sup>1</sup>Centro Interuniversitario Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM), Livorno, Italy.

<sup>2</sup>Dipartimento Scienze Uomo e Ambiente, University of Pisa, Italy.

## FISHERY AND BIOLOGY OF MANTIS SHRIMP, *Squilla MANTIS* (L., 1758), EXPLOITED WITH “RAPIDO” TRAWL IN THE EASTERN LIGURIAN SEA

### *BIOLOGIA E PESCA DELLA CANOCCHIA, Squilla MANTIS (L., 1758), CATTURATA CON IL “RAPIDO” NEL MAR LIGURE ORIENTALE*

#### **Abstract**

*Fishery and biology of the mantis shrimp, Squilla mantis (L., 1758), were investigated from July 2000 to March 2002, by means of embarks on a “rapido” trawl vessel in the eastern Ligurian Sea. The highest yields of S. mantis were obtained in summer, the lowest in winter. A total of 3606 specimens was collected; carapace length (CL) ranged from 9 to 39 mm, with an average of 25.1 mm. Mature females were observed mostly in winter and spring. Low percentages of discard were recorded, mostly composed by small sized and damaged individuals.*

**Key-words:** *Mediterranean, crustaceans, bottom trawls, fishing, biology.*

#### **Introduction**

The stomatopod crustacean *Squilla mantis* (L., 1758) is a benthic species mostly present on coastal soft bottoms of the continental shelf down to 100 m depth (Manning, 1977). Its distribution is at present reported for the Mediterranean and the adjacent eastern Atlantic waters, from the Gulf of Cadiz to Angola (Maynou *et al.*, 2004).

The mantis shrimp is an important resource for the Mediterranean demersal fisheries. In the eastern Ligurian Sea it is regularly caught, between 20 and 80 m depth, by trammel nets and by otter and “rapido” trawl nets (Baino *et al.*, 1988; Fabi & Sartor, 2002; Fabi *et al.*, 2002). This last gear is a modified beam trawl with a rigid mouth fitted on the lower part and provided with iron teeth. “Rapido” trawl is used in Italy, mostly in the northern and central Adriatic Sea (Fabi & Sartor, 2002), to exploit flatfish and scallops; moreover it is probably one of the most efficient sampling gears for *S. mantis*.

The aim of the present work is to improve the knowledge of some aspects of biology and fishery of this species. The study was carried out in the framework of an European project on the characterisation of “rapido” fisheries along the Italian coasts (Fabi & Sartor, 2002).

#### **Materials and methods**

From July 2000 to March 2002, every three weeks, the fishing activity of a commercial trawler using “rapido” was monitored by scientific personnel. The vessel belongs to the Viareggio fleet and operates in the eastern Ligurian Sea,

between Meloria banks and La Spezia Gulf, from 20 to 60 m depth (6-12 nautical miles offshore). The technical characteristics of the boat were: 18.4 m overall length, 26 gross tonnage and 206 kW engine power. Two gears were simultaneously towed at a speed of 9-10 km h<sup>-1</sup>. Each gear was made by a 3 m wide iron frame provided with 4 skids and thirty-three iron teeth on the lower side. The net was 4.8 m long, with a cod-end of 40 mm mesh size (stretched).

Data from 25 fishing trips were collected, for a total of 177 commercial hauls lasting about 1 h 30' each, performed from dawn to dusk. All the specimens of *S. mantis* were sexed and measured (carapace length, CL, to the nearest mm). Mature females were identified by the macroscopic analysis of the ovaries and the coloration of the cement glands. Catches in number and weight of each haul were standardised as density and biomass indices (number of individuals/km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively) using the swept area method. Statistical comparison of the biomass indices was performed with the non-parametric Kruskal-Wallis test (Zar, 1984) to evaluate differences among seasons. Demographic structure, sex ratio and maturity aspects of the sampled population were investigated, as well as the discard rate of the catches.

## Results

Catches of *S. mantis* showed a clear seasonality. During both the investigated years, the highest values of density and biomass indices were obtained in summer (20.5±2.0 kg/km<sup>2</sup> and 689±73 ind/km<sup>2</sup>, summer 2000), the lowest in winter (2.4±0.9 kg/km<sup>2</sup> and 59±21 ind/km<sup>2</sup>, winter 2001) (Fig. 1). These differences were successively confirmed by the Kruskal-Wallis test ( $p < 0.005$ ). Furthermore, the amount of the catches showed some differences along the daytime: greater values were usually obtained around dawn.

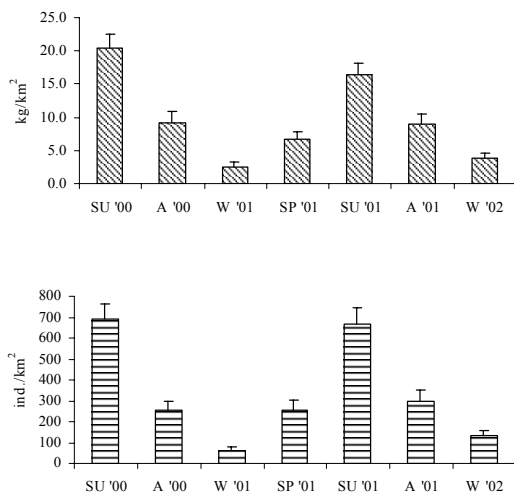


Fig. 1 - Mean (+ s.e.) seasonal biomass and density indices of *S. mantis* (kg/km<sup>2</sup> and ind./km<sup>2</sup>, respectively) during the studied period.

Indici medi (+ e.s.) stagionali di biomassa e densità di *S. mantis* (kg/km<sup>2</sup> e ind./km<sup>2</sup>, rispettivamente) nel periodo di studio.

A total of 3606 specimens was analysed, 1472 males (9-38 mm CL), 2029 females (14-39 mm CL) and 105 undetermined (10-26 mm CL); the size frequency distribution is shown in Fig. 2. The mean CL of the whole population was  $25.1 \pm 0.4$  mm, with a mode at 26 mm; the bulk of the catch (72%) ranged from 20 to 30 mm CL. Different values of sex-ratio were observed in the sampled seasons: in summer and autumn females always outnumbered males, the opposite situation was recorded in spring, while in winter a clear pattern was not evidenced (Tab. 1). Mature females were observed essentially in winter and spring, when they represented from 33% (spring '01) to 53% (winter '02) of the total females collected.

Tab. 1 - Sex-ratio (M/F) of *S. mantis* in each sampled season. s = significance level; \*\*\* =  $p < 0.001$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \* =  $p < 0.05$ ; n.s. = not significant.

*Sex-ratio (M/F) di S. mantis per ogni stagione campionata. s = livello di significatività; \*\*\* =  $p < 0.001$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \* =  $p < 0.05$ ; n.s. = non significativo.*

| Season | Females | Males | M/F   | s    |
|--------|---------|-------|-------|------|
| SU '00 | 423     | 314   | 0.742 | ***  |
| A '00  | 222     | 109   | 0.491 | ***  |
| W '01  | 44      | 45    | 1.023 | n.s. |
| SP '01 | 88      | 215   | 2.443 | ***  |
| SU '01 | 349     | 280   | 0.802 | **   |
| A '01  | 357     | 215   | 0.602 | ***  |
| W '02  | 170     | 135   | 0.794 | *    |

Low percentages of discard of *S. mantis* were observed, mostly affecting small-sized (CL < 26 mm, Fig. 2) or damaged individuals. Therefore, they were more important in terms of number of specimens (from 3 to 24% of individuals discarded in the different seasons) than in weight (values always lower than 10%).

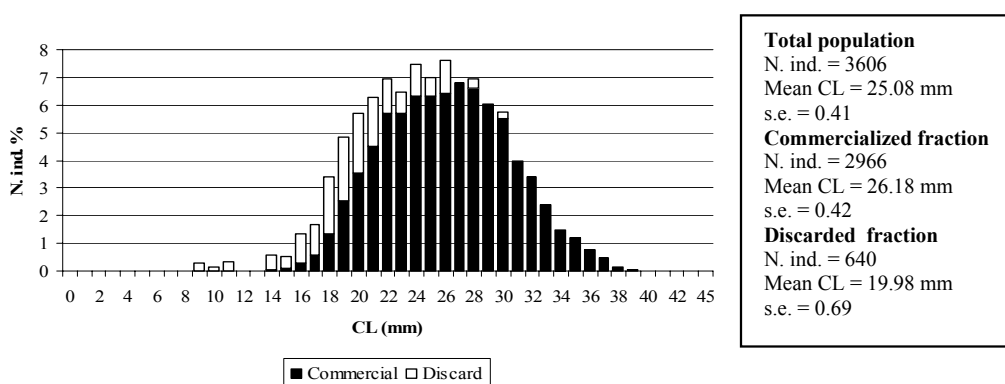


Fig. 2 - Size frequency distribution of all specimens of *S. mantis* caught during the studied period (summer '00 - winter '02).

*Distribuzione di frequenza di taglia dell'intera popolazione di S. mantis campionata durante il periodo di studio (estate '00 - inverno '02).*

## Conclusions

The higher yields of *S. mantis* obtained in this study around dawn agree with the experiments of Froglià & Giannini (1989), reporting an increase of the out-of-burrow activity at night, between sunset and sunrise with a consequent increase in catchability of the species. Moreover, *S. mantis* shows seasonal differences in catchability due to its reproductive behavior (Froglià, 1996). In this work, high catches were observed in summer, while other studies report for trawling the greater values from autumn to winter (Giovanardi & Piccinetti Manfrin, 1983; Maynou *et al.*, 2004). This aspect could be due to some differences in spatio-temporal distribution of the fishing effort.

The finding of mature females in winter and spring is in general accordance with the maturity season reported for other Mediterranean areas (Abelló & Sardà, 1989; Piccinetti & Piccinetti Manfrin, 1970). The predominance of males in spring could be related to the incubation period of the species, when the females carrying eggs minimize their out-of burrow activity.

Taking into account the maturity size reported in literature for *S. mantis* (20-24 mm CL, Abelló & Sardà, 1989; Piccinetti & Piccinetti Manfrin, 1970), from 13 to 39% of the individuals caught in this study was under this size, indicating that exploitation mostly affects adults of this species.

The biological and ecological characteristics of *S. mantis*, such as the burrowing behavior, the fast growth and the protection of the costal areas from trawling, partially protect the species from excessive fishing pressure; on the other hand, the high catchability of this resource when fished at night and the use of heavy trawling gears could play a negative role. Some management measure could be thus envisaged.

## References

- ABELLÓ P., SARDÀ F. (1989) – Some observations on the biology and fishery of *Squilla mantis* L. in the Catalan area (NW Mediterranean). In: Ferrero E.A. (ed), *Biology of Stomatopods*, Modena: 229-239.
- BAINO R., RIGHINI P., AUTERI R. (1988) – Commercial catches and stock assessment of *Squilla mantis*. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **31** (2): 22.
- FABI G., SARTOR P. (2002) – Study on the mixed-species catches of the “rapido” trawl fishery along the Italian coasts. Final report. EU Study contract n. 99/051: 124 pp. + Annexes.
- FABI G., GRATI F., SBRANA M. (2002) – Attrezzi della piccola pesca utilizzati in funzione della successione stagionale e dell’eco-etologia delle specie ittiche in due aree costiere (Tirreno settentrionale e medio Adriatico). Programma di ricerca 4A55. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Final Report: 159 pp.
- FROGLIA C. (1996) – Growth and behavior of *Squilla mantis* (mantis shrimp) in the Adriatic Sea. Final Report, EU Study contract n. 93/016: 66 pp.
- FROGLIA C., GIANNINI S. (1989) – Field observations on diel rhythms in catchability and feeding of *Squilla mantis* (L.) (Crustacea, Stomatopoda) in the Adriatic Sea. In: Ferrero E.A. (ed), *Biology of Stomatopods*, Modena: 221-228.
- GIOVANARDI O., PICCINETTI MANFRIN G. (1983) – Summary of biological parameters of *Squilla mantis* L., in the Adriatic sea. *FAO Fish. Rep.*, **290**: 131-134
- MANNING R.B. (1977) – A monograph of the West African Stomatopod Crustacea. *Atlantide Report*, **12**: 1-181.
- MAYNOU F., ABELLÓ P., SARTOR P. (2004) – Review of the fishery biology of the mantis shrimp, *Squilla mantis* (L.), in the Mediterranean. *Crustaceana*, **77** (9): 1084-1100.
- PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G. (1970) – Osservazioni su alcuni aspetti della biologia di *Squilla mantis* L.. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **38** (Suppl.): 119-124.
- ZAR J.H. (1984) – *Biostatistic analysis*. Prentice Hall inc., Englewood Cliffs, New Jersey: 718 pp.

M.T. SPEDICATO, R. BAINO\*, P. CARBONARA, A. VOLIANI\*, G. LEMBO

COISPA Tecnologia & Ricerca, Via dei Trulli, 18-20 - 70045 Torre a Mare (BA), Italia.  
spedicato@coispa.it;

\*ARPAT, Area Mare, RIBM, Livorno, Italia.

## UN METODO PER STANDARDIZZARE “*A POSTERIORI*” LE STIME DI ABBONDANZA DEI TRAWL-SURVEY SULLA BASE DEI TEMPI OPERATIVI DI CALA

### *A METHOD BASED UPON THE DURATION OF PRE-HAULING PHASES FOR STANDARDIZING “EX-POST” THE ABUNDANCE INDICES OF TRAWL-SURVEY*

#### **Abstract**

*Changes in trawl-survey operational protocols throughout the time may affect trend information. This paper aims at estimating the relationships between two different pre-hauling protocols and depth, in order to suggest correction factors suitable for the time series analysis. The temporal gap from the net at sea to the haul starting moment with the gear on the bottom (BE), obtained by Scanmar data, as well as from the winch brake and the gear on the bottom (CE) were monitored during 125 experimental hauls, recording the pertinent depth too. The relationships resulted significant and described by the following equations:  $CE=0.038x+3.5892$ ;  $BE=0.052x+9.6499$ , where  $x$  is the depth.*

**Key-words:** trawl-surveys, standardization, trawling duration, time series analysis.

#### **Introduzione**

Una maggiore standardizzazione dei protocolli operativi e metodologici, allo scopo di ridurre le fonti di variabilità estrinseca alle stime (Godo ed Engas, 1989), è una delle maggiori problematiche nell'ambito dei trawl-survey. Un altro punto, che richiede l'ausilio di metodi più o meno sofisticati di correzione dei dati *ex post*, è rappresentato dalla necessità di analizzare serie storiche di indici di abbondanza, considerando che, nel tempo, i protocolli operativi possono aver subito cambiamenti dettati da svariate esigenze, non ultima l'evoluzione delle tecniche e dei metodi.

D'altra parte le tendenze temporali degli indici di abbondanza delle risorse aleutiche rappresentano uno degli aspetti fondamentali nella valutazione degli stock e nell'identificazione di appropriate misure di gestione.

Questo lavoro, realizzato nell'ambito delle attività del Gruppo Metodologie Statistiche (Lembo, 2003) afferente al programma GRUND (Valutazione delle Risorse Demersali nei Mari Italiani; Relini, 2000), intende rappresentare un contributo metodologico per il superamento di possibili distorsioni nell'analisi delle serie storiche di dati provenienti dai trawl-survey. L'obiettivo dell'analisi è costituito, infatti, nella stima delle relazioni fra due differenti protocolli di pre-cala e la profondità, al fine di suggerire fattori di correzione *ex post* dei tempi effettivi di pesca da utilizzare nelle serie temporali di indici di abbondanza.

#### **Materiali e metodi**

L'operazione di messa in pesca di una rete a strascico si compone di tre fasi fondamentali, una prima rappresentata dalla posa in mare della rete, dei cala-



menti e dei divergenti, una seconda dalla filatura dei cavi di acciaio, la cui lunghezza viene determinata in misura proporzionale alla profondità, una terza dalla chiusura del freno del verricello e dall'inizio vero e proprio della pesca. Questo momento viene generalmente stabilito in base all'esperienza del capitano o a protocolli pre-definiti o ancora a misure dirette dei tempi di assestamento della rete sul fondo, queste ultime ottenute mediante appositi sensori elettro-acustici (Scanmar) o di pressione e temperatura (Minilog) montati sull'attrezzo.

In questo lavoro sono stati utilizzati dati rilevati con sensori Scanmar ogni 10 sec. I sensori erano posti all'inizio delle braccia della rete, per la stima dell'apertura orizzontale, ed al centro della lima sugheri per rilevare la distanza dal fondo e, quindi, l'apertura verticale.

I dati sono stati raccolti dalle Unità Operative ARPAT (Ligure Meridionale) e COISPA (Tirreno Centro-Meridionale) su tre diverse imbarcazioni (Marcantonio, Gabriella Madre, Pasquale e Cristina) ed hanno riguardato le seguenti variabili: profondità (rilevata tramite ecoscandaglio), lunghezza del cavo filato, orario di posa della rete in mare, orario di chiusura del freno del verricello, orario di inizio della pesca secondo protocolli predefiniti in funzione della profondità (Fiorentini *et al.*, 1998), orario di inizio della pesca con rete assestata sul fondo determinato in base alle rilevazioni Scanmar.

I dati sono stati filtrati per l'eliminazione outliers e valori di fondo scala, mentre con una tecnica di shifted average è stato identificato il momento in cui la rete entrava in contatto con il fondo. Complessivamente sono stati analizzati i parametri relativi a 125 operazioni di pesca. In particolare, sono stati rilevati gli scarti temporali fra: 1) il momento in cui la rete è messa in mare ed il momento in cui si considera l'inizio della pesca da rilevazione Scanmar (BE); 2) il momento in cui vengono chiusi i verricelli ed il momento in cui si considera l'inizio della pesca da rilevazione Scanmar (CE).

La lunghezza del cavo filato, sempre significativamente ( $p < 0,05$ ) correlata con la profondità, è risultata fino a circa 20 volte maggiore della profondità nelle zone più costiere e fino a 3 volte nel batiale. Considerata l'elevata correlazione fra le due variabili, l'uso di una delle due è equivalente, si è preferito pertanto utilizzare, per le successive analisi, la profondità perché certamente rilevata in ciascun survey (Bertrand *et al.*, 2002).

E' stata quindi stimata la regressione fra ciascuno dei due parametri temporali (BE e CE) e la profondità per ogni imbarcazione. Le tre regressioni sono state confrontate mediante analisi di covarianza, secondo il modello (Snedecor e Cochran, 1967):  $Y_{ij} = \alpha_i + \beta_i X_{ij} + \varepsilon_{ij}$ , allo scopo di verificare se l'insieme dei dati delle tre imbarcazioni potesse essere descritto da un'unica regressione per ciascuno dei due parametri. Sono stati dapprima confrontati, mediante il test di Bartlett, i residui medi quadratici, allo scopo di verificare l'omogeneità delle varianze, quindi le pendenze e le intercette, utilizzando il test F a due code.

## Risultati

Le relazioni fra i parametri temporali CE, BE e la profondità, per ciascuna delle tre imbarcazioni, sono risultate significativamente ( $p < 0,05$ ) correlate con la profondità.

Il confronto delle tre regressioni, per ciascuno dei due parametri temporali, ha messo in evidenza l'omogeneità delle varianze, con la statistica M pari a 5,57 e



3,31, rispettivamente per CE e BE, valori inferiori al livello critico di  $\chi^2_{(a\ 0,05;2)}$ , pari a 5,99. L'analisi di covarianza per il parametro CE ha indicato che non vi sono differenze significative, sia per le pendenze, che per le intercette (Tab. 1) delle tre regressioni. Analogo risultato è stato ottenuto per il parametro BE, per il quale si riportano di seguito i risultati del test:

test delle pendenze:  $F_{\text{stimato}}=2,07 < F_{\text{critico}} (\alpha_{0,05; 2, 119})=3,07$

test delle intercette:  $F_{\text{stimato}}=3,04 < F_{\text{critico}} (\alpha_{0,05; 2, 119})=3,07$ .

Tab. 1 - Risultati dell'analisi di covarianza relativa al parametro temporale CE (intervallo di tempo fra la chiusura dei verricelli ed inizio cala con rete sul fondo) per le tre imbarcazioni (MC= Marcantonio; GM=Gabriella Madre; PC=Pasquale e Cristina).

*Results of the covariance analysis related to the time parameter CE (temporal gap from the winch brake to the gear on the bottom) for the three trawlers (MC= Marcantonio; GM=Gabriella Madre; PC=Pasquale e Cristina).*

| gruppo                   | GL  | SQ<br>(x) | SP<br>(x,y) | SQ<br>(y) | b      | somma della<br>regressione dei<br>quadrati |        | somma<br>dei<br>quadrati<br>dei residui |     | Varianze |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|-----------|--------|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|-----|----------|
|                          |     |           |             |           |        | GL                                         | SQ (b) | SQ<br>(e)                               | GL  |          |
| MC                       | 46  | 1168293   | 44805       | 1900      | 0.0384 | 1                                          | 1718   | 182                                     | 45  | 4.05     |
| GM                       | 44  | 2211714   | 83147       | 3481      | 0.0376 | 1                                          | 3126   | 355                                     | 43  | 8.26     |
| PC                       | 32  | 1603190   | 58885       | 2349      | 0.0367 | 1                                          | 2163   | 186                                     | 31  | 6.01     |
| somme                    | 122 | 4983197   | 186836      | 7730      |        | 3                                          | 7007   | 723                                     | 119 | 6.08     |
| regressione<br>pooled    |     |           |             |           | 0.0376 | 1                                          | 7005   |                                         |     |          |
| parallelismo             |     |           |             |           |        | 2                                          | 1.82   |                                         |     | 0.91     |
| regressione<br>totale    | 124 | 5805045   | 221744      | 9213      | 0.0382 | 1                                          | 8470   | 743                                     | 123 |          |
| errore<br>tra gruppi     | 2   |           |             |           |        |                                            |        | 18                                      | 2   | 8.85     |
| errore<br>entro i gruppi | 122 | 4983197   | 186836      | 7730      | 0.0376 | 1                                          | 7005   | 725                                     | 121 | 5.99     |

Test per le pendenze:  $F_{\text{stimato}}=0,15 < F_{\text{critico}} (\alpha_{0,05; 2, 119})=3,07$

Test per le intercette:  $F_{\text{stimato}}=1,48 < F_{\text{critico}} (\alpha_{0,05; 2, 119})=3,07$

E' stato pertanto possibile analizzare simultaneamente l'intero set di dati (125 osservazioni) per ciascuno dei due parametri temporali. Tale analisi ha evidenziato che i tempi intercorrenti fra le varie operazioni, dal momento in cui la rete è messa in mare al momento in cui si considera l'inizio della pesca da rilevazione Scanmar (BE) o dal momento in cui vengono chiusi i verricelli al momento in cui si considera l'inizio pesca da rilevazione Scanmar (CE) sono significativamente correlati ( $p < 0.05$ ) con la profondità (Fig. 1). Sono state quindi stimate le seguenti relazioni:  $CE=0,038x+3,5892$ ;  $BE=0,052x+9,6499$ , dove  $x$  è la profondità espressa in metri.

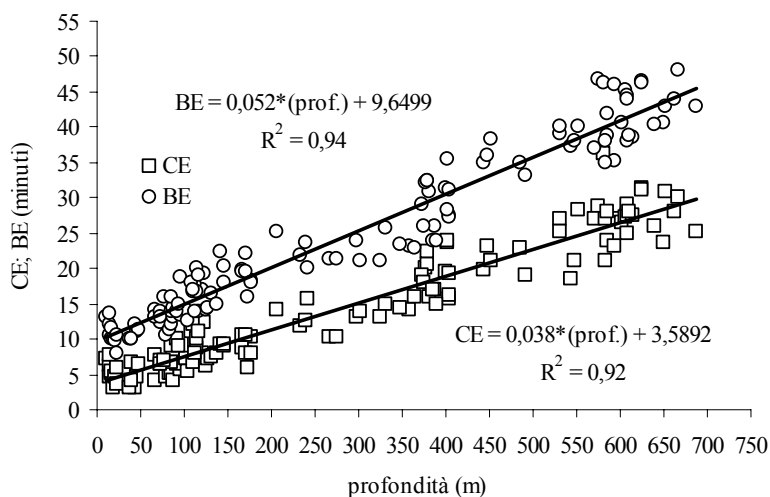


Fig. 1 - Relazioni fra i parametri temporali BE (intervallo di tempo fra rete in mare ed inizio cala con rete sul fondo) e CE (intervallo di tempo fra la chiusura dei verricelli ed inizio cala con rete sul fondo) e la profondità per l'insieme delle rilevazioni.

*Relationships between the time parameters BE (temporal gap from the net at sea to the gear on the bottom) and CE (temporal gap from the winch brake to the gear on the bottom) and depth for the pooled data.*

## Conclusioni

Le analisi realizzate dimostrano che le relazioni fra i due parametri dei tempi di pre-cala (BE e CE) e la profondità non differiscono significativamente per i tre natanti presi in considerazione. Inoltre, l'analisi simultanea dell'intero set di dati (125 osservazioni) ha evidenziato che i tempi intercorrenti fra le varie operazioni sono significativamente correlati ( $p < 0,05$ ) con la profondità, come atteso sulla base delle osservazioni riportate da Bertrand *et al.* (2002).

Le relazioni stimate ( $CE = 0,038x + 3,5892$ ;  $BE = 0,052x + 9,6499$ , dove  $x$  è la profondità) potrebbero permettere tanto di adottare nuovi protocolli di pre-cala, utilizzando le relazioni riportate, quanto di estrapolare, *a posteriori*, i tempi effettivi di pesca. In tal modo sarebbe possibile, ad esempio, "attualizzare" le serie storiche dei dati GRU.N.D., purché siano disponibili semplici dati di "inizio pesca", relativi alla profondità e alle rilevazioni del momento in cui la rete viene messa in mare e/o del momento in cui vengono chiusi i verricelli.

## Bibliografia

- BERTRAND J.A., LEONORI I., DREMIÈRE P.-Y., COSIMI G. (2002) – Depth trajectory and performance of a trawl used for an international bottom trawl survey in the Mediterranean. *Scientia Marina*, **66** (Suppl. 2): 169-182.
- FIORENTINI L., COSIMI G., SALA A., LEONORI I., PALUMBO V. (1998) - Ulteriori osservazioni sulle prestazioni delle attrezzature a strascico impiegate per la valutazione delle risorse demersali in Italia. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 792-801.

- GODO O.R., ENGAS A. (1989) – Swept area variation with depth and its influence on abundance indices of groundfish from trawl surveys. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, **9** (2): 133-139.
- LEMBO G. (coordinatore) (2003) - Valutazione delle risorse demersali, Gruppo Metodologie Statistiche. Relazione Finale GRU.N.D. 3 (L.N. 41/82) U.O. 5, COISPA Tecnologia e Ricerca, Bari: 1-149.
- RELINI G. (2000) – La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (4): 13-45.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G. (1967) – *Statistical methods*. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA: 593 pp.

Questo lavoro è stato realizzato con contributo del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (L.N. 41/82).

F. TINTI<sup>1,5</sup>, I. GUARNIERO<sup>2</sup>, F. GAROIA<sup>1</sup>, N. UNGARO<sup>3</sup>, C. TURAN<sup>4</sup>, M. TRENTINI<sup>2</sup>, C. PICCINETTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio di Genetica Molecolare per le risorse ambientali e da Pesca, Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali, Università di Bologna, Via S. Alberto, 163 - 48100 Ravenna, Italia.  
fausto.tinti@unibo.it

<sup>2</sup>CdL Acquacoltura ed Ittiopatologia, Università di Bologna - 47042 Cesenatico (FC), Italia.

<sup>3</sup>Lab. di Biologia Marina - 70132, Bari, Italia.

<sup>4</sup>Mustafa Kemal University - 31040 Antakya-Hatay, Turkey.

<sup>5</sup>Lab. Biologia Marina e Pesca, Università di Bologna - 61032 Fano (PU), Italia.

## DIVERSITÀ GENETICA, STRUTTURA GEOGRAFICA ED EVOLUZIONE DELLE POPOLAZIONI DI SOGLIOLA COMUNE *SOLEA VULGARIS* DEL MEDITERRANEO CENTRO-ORIENTALE

### GENETIC DIVERSITY, GEOGRAPHICAL STRUCTURING AND EVOLUTIONARY HISTORY OF THE CENTRAL-EASTERN MEDITERRANEAN POPULATIONS OF THE COMMON SOLE *SOLEA VULGARIS*

#### Abstract

*The genetic structure analysis of nine samples of Solea vulgaris from Central Eastern Mediterranean based on mitochondrial and nuclear markers, revealed the presence of a strong genetic differentiation probably linked to an isolation-by-distance model. At least three genetically differentiated populations were identified, whose origin was likely correlated to the Quaternary paleo-hydrogeographical events.*

**Key-words:** biopolymorphism, flatfish fisheries, genetic isolation, population genetics, population number.

#### Introduzione

La sogliola comune *Solea vulgaris* rappresenta una risorsa di primaria importanza per la pesca nel Mediterraneo. Dal 1995, gli stock mediterranei di sogliola comune sono stati analizzati geneticamente per definirne la variabilità e la struttura di popolazione. Allo scopo di verificare il pattern di differenziamento genetico della sogliola del Mediterraneo centrale, precedentemente osservato sulla base di studi di variabilità mitocondriale (Guarniero *et al.*, 2002), e ricostruire la storia microevolutiva delle popolazioni mediterranee di *Solea vulgaris*, gli stessi campioni analizzati in Guarniero *et al.* (2002) sono stati sottoposti anche ad analisi della variabilità genetica su 5 loci microsatelliti specie-specifici disponibili in letteratura (Iyengar *et al.*, 2000). Inoltre si è estesa la scala geografica di indagine aggiungendo un campione collezionato nel Mediterraneo Orientale (Antakya, Turchia) del quale è stata indagata la variabilità dei loci mitocondriale e microsatelliti.

#### Materiali e metodi

Il campionamento delle sogliole in Mediterraneo è avvenuto tra il 1998 ed il 2002. Il DNA genomico totale è stato estratto da un frammento di tessuto muscolare con procedura salina (Miller *et al.*, 1998), le regioni mitocondriale e nucleari target sono state amplificate via PCR. Sequenziamento del marcatore mitocondriale e genotipizzazione degli individui ai cinque loci microsatelliti sono

stati eseguiti tramite analizzatore genetico ABI310. Le relazioni fra gli aplotipi individuati per allineamento sono state descritte da una rete di massima parsimonia tramite TCS 1.13 (Clement *et al.*, 2000). Il polimorfismo genetico dei loci microsatelliti nei campioni è stato valutato mediante analisi della variabilità genetica (numero medio di alleli per locus  $N_a$ , eterozigosità attesa  $H_e$  ed osservata  $H_o$ ) con il software GENETIX 4.0 (Belkhir *et al.*, 1996) e del differenziamento genetico (AMOVA, indici di fissazione relativi alle frequenze aplotipiche,  $\Phi_{st}$ , e alle frequenze alleliche  $F_{st}$ , entrambi corretti con la correzione sequenziale di Bonferroni). Per entrambi i set di dati (mitocondriali e microsatelliti), l'eventuale relazione fra divergenza genetica e distanza geografica per coppie di campioni (ipotesi di isolamento per distanza) è stata verificata correlando la distanza genetica con il logaritmo naturale della distanza geografica espressa in Km. Le matrici delle distanze genetiche calcolate in termini di  $\Phi_{st}/(1-\Phi_{st})$  e di  $F_{st}/(1-F_{st})$  rispettivamente per i loci mitocondriale e microsatelliti sono state utilizzate come base dati per il test di Mantel.

Tab. 1 - Valori a coppie di  $F_{st}$  (sotto la diagonale) e relative significatività (sopra la diagonale) tra coppie di campioni di *Solea vulgaris* del Mediterraneo centro-orientale. ADR: Adriatico, ION: Ionio, TIR: Tirreno, EMS: Mediterraneo Orientale.

(NS: non significativo, \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; in grassetto sono indicati i valori che risultavano significativi prima dell'applicazione della correzione sequenziale di Bonferroni). Il numero di individui analizzati è indicato tra parentesi.

Pairwise values of  $F_{st}$  (below the diagonal) and relative significance (above the diagonal) between sample pairs of *Solea vulgaris* of Central-Eastern Mediterranean. ADR: Adriatic Sea, ION: Ionian Sea, TIR: Tyrrhenian Sea, EMS: Eastern Mediterranean.

(NS: not significant, \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; values in bold were not significant after sequential Bonferroni's correction). Number of individuals analysed are given within brackets.

|      | ADR1<br>(23) | ADR2<br>(41) | ADR3<br>(16) | ADR4<br>(16) | ADR5<br>(18) | ION6<br>(30) | TIR7<br>(28) | TIR8<br>(49) | EMS9<br>(39) |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ADR1 |              | NS           | NS           | NS           | NS           | **           | NS           | NS           | **           |
| ADR2 | -0,008       |              | NS           | NS           | NS           | **           | NS           | NS           | **           |
| ADR3 | 0,016        | 0,004        |              | NS           | NS           | **           | NS           | NS           | **           |
| ADR4 | 0,012        | 0,015        | 0,004        |              | NS           | **           | NS           | NS           | **           |
| ADR5 | 0,028        | 0,012        | -0,005       | <b>0,030</b> |              | **           | NS           | NS           | *            |
| ION6 | 0,042        | 0,049        | 0,049        | 0,039        | 0,090        |              | **           | **           | **           |
| TIR7 | -0,003       | -0,009       | 0,000        | 0,018        | 0,009        | 0,054        |              | NS           | **           |
| TIR8 | -0,008       | -0,005       | 0,007        | 0,015        | 0,020        | 0,052        | -0,006       |              | **           |
| EMS9 | 0,116        | 0,074        | 0,051        | 0,093        | 0,033        | 0,147        | 0,060        | 0,095        |              |

## Risultati

### Polimorfismo del DNA mitocondriale.

I 44 individui del campione del Mediterraneo orientale hanno mostrato 12 diversi aplotipi di cui uno affine alla linea A (tre individui), uno alla linea B (due individui) e 10 aplotipi appartenenti ad una terza linea endemica del Mediterraneo Orientale (linea C, 39 individui). Le tre linee aplotipiche mostrano valori percentuale di divergenza nucleotidica che variano tra 0,71 e 2,8. Inoltre, tali linee

mostrano un pattern di distribuzione geografica legato al bacino di provenienza, com'è testimoniato dall'analisi dell'AMOVA (maggior parte della varianza molecolare a carico del livello gerarchico "tra mari"  $F_{CT}=0,649$ ;  $P<0,05$ ).

#### *Polimorfismo del DNA microsatellite.*

La variabilità genetica dei campioni mediterranei ai cinque loci specie-specifici è moderata, con  $3,1<Na<7,3$  (valore medio *multilocus* di 4,9);  $0,202<He<0,782$  e  $0,166<Ho<0,749$ . In 4 casi su 45 si è osservato un disequilibrio significativo tra He ed Ho non associato a particolari loci o campioni, tale disequilibrio si è mantenuto anche dopo l'applicazione della correzione sequenziale di Bonferroni. Il differenziamento genetico tra i campioni provenienti dallo Ionio e dal Mediterraneo Orientale è testimoniato dall'analisi dell'AMOVA ( $F_{ST}=0,04173$ ;  $P<0,05$ ) e dai valori alti e significativi dei relativi indici di fissazione  $F_{ST}$  (Tab. 1). L'ipotesi di isolamento per distanza è stata accettata sulla base dei risultati del test di Mantel per entrambe le classi di marcatori ( $P_{mtDNA}<0,01$ ;  $P_{microsatDNA}<0,05$ ).

### **Conclusioni**

La suddivisione dello stock mediterraneo centrale di sogliola comune in popolazioni differenziate geneticamente (una distribuita nei mari Adriatico e Tirreno ed una seconda nel Mar Ionio; Guarniero *et al.*, 2002) è confermata anche dalla presente analisi dei loci microsatelliti. Allargando l'area di indagine al Mediterraneo Orientale, si è individuata una terza popolazione endemica di quell'area e geneticamente ben differenziata. La frammentazione genetica della sogliola comune nel Mediterraneo centro-orientale fa supporre l'esistenza di popolazioni riproduttivamente isolate o quasi isolate. Ulteriori indagini sono tuttavia necessarie sia per definire unità di popolazione geneticamente separate in altre aree geografiche sia per chiarire l'identità genetica degli stock adriatico e tirrenico. In generale, la perfetta sovrapposizione dei pattern di differenziamento ottenuti con differenti marcatori contribuisce ad ipotizzare l'esistenza di una effettiva strutturazione di questa specie su scala geografica sub-regionale. L'origine del differenziamento genetico osservato sembra essere correlata agli eventi paleo-idrogeografici del bacino Mediterraneo piuttosto che a situazioni presenti di riduzione del flusso genico. La strutturazione geografica delle popolazioni mediterranee di *S. vulgaris* associata a linee mitocondriali differenziate è verosimilmente avvenuta in tempi successivi alla grande crisi di salinità del Messiniano avvenuta circa 4 milioni di anni fa (Taviani, 2002). Sulla base delle divergenze nucleotidiche osservate tra le linee mitocondriali delle sogliole del Mediterraneo e assumendo un tasso di sostituzione nucleotidica pari al 2% MA-1, è possibile stimare l'origine delle popolazioni in un periodo compreso tra 0,35 e 1,4 MA (Pleistocene). Il pattern di differenziamento genetico su scala regionale creato da eventi paleoidrogeografici potrebbe essere stato successivamente mantenuto dalle abitudini eto-ecologiche tipiche della specie e dai regimi idrogeografici del bacino Mediterraneo. La relazione fra origine del differenziamento geografico e fattori paleo-idrogeografici è già stata ipotizzata da Magoulas *et al.* (1996) e da Grant *et al.* (1999) per spiegare il pattern di differenziamento genetico delle popolazioni mediterranee di *Engraulis encrasicolus*. Sulla base del pattern "a stella" filogenetico degli aplotipi mitocondriali (Guarniero *et al.*, 2002), è possibile ipotizzare che le tre popolazioni individuate, attualmente in uno stato di equilibrio genetico, potrebbero aver subito nel loro recente passato un fenomeno di "collo di bottiglia" seguito da una repen-

tina espansione. Per quanto riguarda gli stock italiani di sogliola, si conferma la necessità di una gestione separata dello stock ionico occidentale.

### Bibliografia

- BELKHIR K., BORSA P., CHIKHI L., RAUFASTE N., BONHOMME F. (1996) - GENETIX 4.04, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier (France).
- CLEMENT M., POSADA D., CRANDALL K.A. (2000) - TCS, a computer program to estimate gene genealogies. *Mol. Ecol.*, **9**: 1657-1660.
- GUARNIERO I., FRANZELLITTI S., UNGARO N., TOMMASINI S., PICCINETTI C., TINTI F. (2002) - Control region haplotype variation in the central Mediterranean common sole indicates geographical isolation and population structuring in Italian stocks. *J. Fish Biol.*, **60**: 1459-1474.
- GRANT W.S., GARCIA-MARIN J.L., UTTER F.M. (1999) - Defining population boundaries for fishery management. In: Mustafa S. (ed), *Genetics in sustainable fishery management*: 27-72.
- IYENGAR A., PIYAPATTANAKORN S., STONE D., HEIPEL D.A., HOWELL B.R., BAYNES S.M., MACLEAN N. (2000) - Identification of microsatellite repeats in Turbot (*Scophthalmus maximus*) and Dover Sole (*Solea solea*) using a RAPD-based technique: characterization of microsatellite marker in Dover Sole. *Mar. Biotech.*, **2**: 49-56.
- MAGOULAS A., TSIMENIDES N., ZOUROS E. (1996) - Mitochondrial DNA phylogeny and the reconstruction of the population history of a species: the case of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Molecular Biology and Evolution*, **13**: 178-190.
- MILLER S.A., DYKES D.D., POLESKY H.F. (1988) - A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Res.*, **16**: 1215.
- TAVIANI M. (2002) - The Mediterranean benthos from Late Miocene up to Present: ten million years of dramatic climatic and geologic vicissitudes. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 445-463.

N. UNGARO, G. MARANO, L. CERIOLA, M. MARTINO, M.C. MARZANO, P. PASOLINI\*

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) – 70123 Bari, Italia.  
biologia.marina@teseo.it

\*Lab. Genetica Molec., Sc. Ambientali Marine, Univ. Bologna, Italia.

## PRIME INFORMAZIONI SULLE TAGLIE MATURATIVE DI *RAJA CLAVATA* LINNAEUS, 1758 E *RAJA ASTERIAS* DELAROCHE, 1809 NEL BASSO ADRIATICO

### *FIRST INFORMATION ON MATURITY SIZES OF RAJA CLAVATA LINNAEUS, 1758 AND RAJA ASTERIAS DELAROCHE, 1809 IN THE SOUTHERN ADRIATIC*

#### **Abstract**

*Preliminary information on maturity sizes of Raja clavata and Raja asterias (Chondrichthyes, Rajidae) in the Southern Adriatic Sea are reported. Results highlight maturing (stage II from Holden & Raitt scale) R. clavata specimens from 47 cm and 46 cm TL, for females and males respectively. Mature individuals have been found at a size greater than 60 cm TL for males and 70 cm TL for females. Maturing R. asterias specimens occurred from 44 cm TL for females and 40 cm TL for males. Mature males have been found at a size greater than 45 cm TL.*

**Key-words:** *Elasmobranchs, Raja clavata, Raja asterias, sexual maturity, Adriatic Sea.*

#### **Introduzione**

Gli Elasmobranchi rivestono un ruolo importante nell'equilibrio degli ecosistemi acquatici, in relazione alla loro posizione nelle reti trofiche e alla loro ridotta resilienza. L'elevata vulnerabilità di questi organismi è principalmente dovuta alle caratteristiche biologiche, in quanto essi presentano in genere taglie ed età di prima maturità abbastanza elevate associate a bassa fecondità e prolificità (Pratt e Casey, 1990). In particolare, nell'ambito della stessa Classe, i Rajiformes sono caratterizzati da una resilienza ecologica molto limitata, dovuta prevalentemente alla strategia riproduttiva (Holden, 1974; Dulvy e Reynolds, 2002): le specie Mediterranee sono tutte ovipare e a bassissima fecondità (Fisher *et al.*, 1987).

In questo lavoro si riportano prime informazioni per il Basso Adriatico sulle taglie maturative di due specie congeneri, *Raja clavata* e *R. asterias*, ottenute da dati raccolti durante campagne scientifiche di pesca.

#### **Materiali e metodi**

Gli individui analizzati delle due specie sono stati raccolti durante campagne scientifiche di pesca nel Basso Adriatico tra il 1994 ed il 2002.

Per tutti gli esemplari osservati è stata misurata la lunghezza totale (LT, cm), oltre alla lunghezza degli pterigopodi nei maschi (L<sub>pter.</sub>, cm). In particolare, è stata analizzata la distribuzione degli stadi di maturità per sesso e per taglia secondo la scala proposta da Holden e Raitt (1974). Inoltre è stata studiata la relazione tra taglia e lunghezza degli pterigopodi, questi ultimi misurati dalla cloaca alla loro estremità distale. Tale relazione, di tipo non lineare, è stata analizzata utiliz-



zando una particolare tecnica di elaborazione statistico-matematica; l'applicazione del modello di regressione "Piece-wise" (software Statistica®, 1993). Il modello ha permesso di stimare i punti di discontinuità (*break point*) nelle regressioni, che sembrano legati al passaggio tra le fasi di immaturità a quelle di maturità.

## Risultati

Il numero totale di esemplari analizzati è stato di 57 per *R. clavata* e 101 per *R. asterias*.

Per *R. clavata* la presenza di stadi maturativi iniziali (stadio II) comincia ad evidenziarsi da 47 cm LT per le femmine e da 46 cm LT per i maschi, mentre la piena maturità si dovrebbe raggiungere oltre i 60 cm per i maschi e 70 per le femmine (Fig. 1). Dato il numero esiguo di esemplari, il risultato relativo all'applicazione della regressione "lunghezza pterigopodi - lunghezza totale" nei maschi non può ritenersi attendibile.

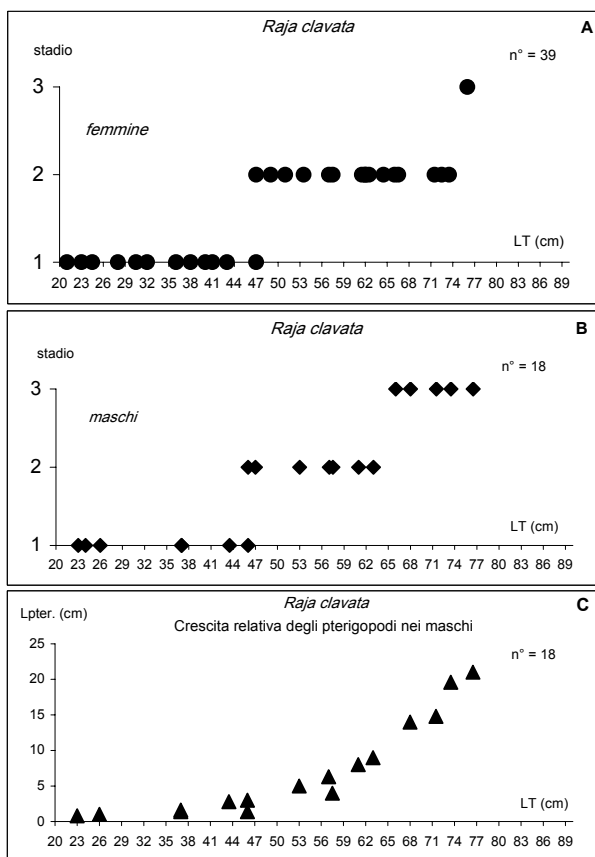


Fig. 1 - *Raja clavata*: distribuzione degli stadi maturativi per taglia e sesso (A, B), crescita relativa degli pterigopodi nei maschi (C). Basso Adriatico.

*Raja clavata*: distribution of maturity stages by size and sex (A, B), relative growth of the males' claspers (C). Southern Adriatic Sea.

Per *R. asterias* si è riscontrata la presenza di stadi maturativi iniziali da 44 cm LT per le femmine e da 40 cm LT per i maschi, mentre la piena maturità si dovrebbe raggiungere oltre i 45 cm LT per i maschi e oltre i 50 cm LT per le femmine. L'analisi della regressione "lunghezza pterigopodi - lunghezza totale" rende una stima di *break-point* pari a 37,9 cm LT (Fig. 2).

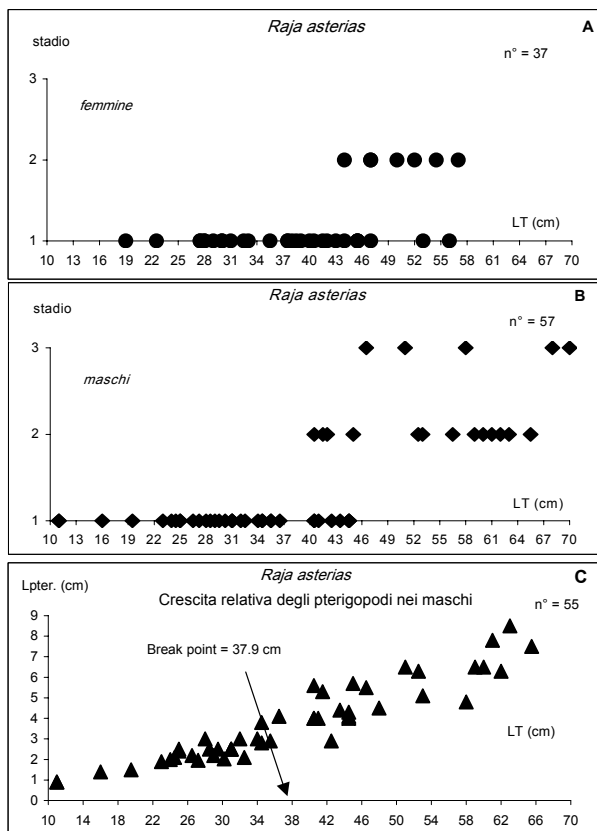


Fig. 2 - *Raja asterias*: distribuzione degli stadi maturativi per taglia e sesso (A, B), crescita relativa degli pterigopodi nei maschi (C). Basso Adriatico.

*Raja asterias*: distribution of maturity stages by size and sex (A, B), relative growth of the males' claspers (C). Southern Adriatic Sea.

## Conclusioni

Le informazioni riportate sono le prime per l'area in oggetto (Basso Adriatico); purtroppo a causa del limitato numero di esemplari esaminati non è stato possibile approfondire alcuni aspetti, ad esempio la stima precisa delle taglie di prima maturità per mezzo di modelli statistico-matematici, e per questo i risultati assumono carattere di preliminarità. Inoltre, per quanto riguarda la maturità dei

maschi, sarà necessario validare i risultati relativi alla morfologia esterna degli pterigopodi anche mediante analisi istologiche, al fine di meglio indagare sulla maturità funzionale.

Nell'ambito del Mediterraneo, le indicazioni ottenute nel presente lavoro sulle taglie maturative per *R. clavata*, seppure preliminari, sembrano in accordo con quanto segnalato da Follesa *et al.* (2003) per i Mari di Sardegna. Gli stessi valori sembrerebbero invece più bassi rispetto alle stime di Capapé (1976) per le acque tunisine, mentre più alti di quanto riportato da Jardas (1973) per l'Adriatico centro-settentrionale. Per *R. asterias* sono disponibili poche referenze bibliografiche sull'argomento; le stime ottenute in questo lavoro sono molto vicine ai valori riportati da Tortonese (1956) e Fisher *et al.* (1987) e leggermente inferiori a quanto riportato da Barone *et al.* (submitted) per il Mar Ligure Meridionale.

### Bibliografia

- CAPAPÉ C. (1976) - Contribution à la biologie des Rajidae des cotes tunisiennes. III *Raja clavata* Linné, 1758: répartition géographique et bathymétrie, sexualité, reproduction et fécondité. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, **393** (3): 907-922.
- BARONE M., DE RANIERI S., FABIANI O., PIRONE A., SERENA F. (2004) - Contribution to the knowledge of the reproductive cycle of *Raja asterias* (Delaroche, 1809) (Chondrichthyes, Rajidae) in south Ligurian Sea. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (3): 147 p.
- DULVY N.K., REYNOLDS J.D. (2002) - Predicting extinction vulnerability in skates. *Conservat. Biol.*, **16**: 440-450.
- FISHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Vertébrés (Révision 1)*. Rome, FAO, **2**: 761-1530.
- FOLLESA M.C., ADDIS P., MURENU M., SABA R., SABATINI A. (2003) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Sardinian Seas. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 828-833.
- FRISK M.G., MILLER T.J., FOGARTY M.J. (2001) - Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **58**: 969-981.
- HOLDEN M.J. (1974) - *Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions*. In: F.R. Harden Jones (eds), *Sea fisheries research*. Halsted Press, J. Wiley & Sons, New York: 117-137.
- HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries Science. Part. 2. Methods of Resource Investigation and their application. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **115**: 1-214.
- JARDAS I. (1973) - A contribution to the knowledge of the biology and ecology of thornback ray (*Raja clavata* L.) and brown ray (*Raja miraletus* L.) in the Adriatic. *Acta Adriatica*, **15** (3): 1-42.
- PRATT H.L., CASEY J.G. (1990) - *Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth-parameters*. In: Elasmobranchs as living resources: advance in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS 90: 518 pp.
- STATSOFT (1993) - *Statistica for Windows*. Statsoft, Inc.
- TORTONESE E. (1956) - *Fauna d'Italia. Leptocardia, Ciclostomata Selachii*. Ed. Calderini Bologna: 327 pp.

M. VALLISNERI, R. LELLI, S. TOMMASINI, C. PICCINETTI\*

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,  
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.

\*Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Università di Bologna, Fano (PU), Italia.

## BIOLOGIA TROFICA DI *MERLANGIUS MERLANGUS* (LINNEO, 1758) (OSTEICHTHYES, GADIDAE) NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

### *TROPHIC BIOLOGY OF MERLANGIUS MERLANGUS (LINNEO, 1758)* *(OSTEICHTHYES, GADIDAE) IN THE NORTH ADRIATIC SEA*

#### **Abstract**

*It has been studied the diet's composition of Merlangius merlangus (Osteichthyes, Gadidae). The specimens have been captured in the north Adriatic sea all year long. This is a nekto-benthic species and it prefers Crustacea and Teleostea, with fluctuations related to seasons and the reproductive period. There are less important diet constituent like Policheta and Cephalopoda.*

**Key-words:** diets, feeding behaviour, *Merlangius merlangus*, *Adriatic sea*.

#### **Introduzione**

Nonostante l'elevato interesse economico sui gadidi, le informazioni sono ancora insufficienti (Orsi Relini *et al.*, 2002), soprattutto relativamente al merlano (Giovanardi e Rizzoli, 1982; Vallisneri *et al.*, 2003). Data l'esiguità di note scientifiche per i mari italiani, in questo lavoro si vuole dare un contributo sulla biologia trofica della specie *Merlangius merlangus* catturato nell'Adriatico settentrionale.

#### **Materiali e metodi**

Sono stati esaminati i contenuti stomacali di 389 esemplari (di lunghezza totale compresa fra 13 e 33 cm) campionati con cadenza mensile per un intero anno (luglio 2001 - giugno 2002) da un motopeschereccio commerciale. La pesca è stata effettuata nella zona compresa fra Cesenatico e Goro, utilizzando una rete a strascico tipo tartana con maglie al sacco di 4 cm, alla profondità compresa fra 2 e 24 m. L'intero campione è stato suddiviso in base alla taglia relativa alla 1° maturità sessuale in due gruppi: < 20 cm > di lunghezza totale (LT). Per descrivere le preferenze alimentari sono state calcolate le percentuali di vacuità degli stomaci e le percentuali in numero (N%) e in peso (P%) di ogni categoria di preda in relazione alla globalità dei dati, alle stagioni ed al periodo riproduttivo.

#### **Risultati e conclusioni**

I risultati ottenuti mostrano che *M. merlangus* ha abitudini alimentari necto-bentoniche (Tab. 1), in accordo con i dati bibliografici relativi al mare del Nord (Bromley *et al.*, 1997; Pedersen, 1999). Infatti si nutre di prede nectoniche come "pesce azzurro" (*Scomber scombrus*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*), degli stessi

gadidi con fenomeni di cannibalismo (*Merlangius merlangus*), di cefalopodi come le seppiette (*Sepiola* sp.), di crostacei decapodi natanti (*Processa nouveli*), di anfipodi, ma anche di prede bentoniche e sedentarie come: “pesci piatti” (*Arnoglossus laterna*), ghiozzi (*Gobius jozo*), crostacei decapodi reptanti (*Alpheus glaber*, *Jaxea nocturna* e *Liocarcinus depurator*), policheti sedentari (*Sternapsis scutata*) (Tab. 1).

Tab. 1 - Lista delle specie-preda di *M. merlangus*.

*Diet's list of M. merlangus.*

| Classe       | Ordine            | Famiglia     | Genere             | Specie              | N%   |
|--------------|-------------------|--------------|--------------------|---------------------|------|
| Crustacea    | Decapoda          | Alpheidae    | <i>Alpheus</i>     | <i>glaber</i>       | 15,7 |
| Crustacea    | Decapoda          | Processidae  | <i>Processa</i>    | <i>sp.</i>          | 51,2 |
| Crustacea    | Decapoda          | Processidae  | <i>Processa</i>    | <i>nouveli</i>      | 1,6  |
| Crustacea    | Decapoda          | Laomediidae  | <i>Jaxea</i>       | <i>nocturna</i>     | 6,3  |
| Crustacea    | Decapoda          | Portunidae   | <i>Liocarcinus</i> | <i>depurator</i>    | 7,1  |
| Crustacea    | Anphipoda         |              |                    |                     | 5,5  |
| Osteichthyes | Clupeiformes      | Clupeidae    | <i>Sardina</i>     | <i>pilchardus</i>   | 0,8  |
| Osteichthyes | Clupeiformes      | Engraulidae  | <i>Engraulis</i>   | <i>encrasicolus</i> | 0,8  |
| Osteichthyes | Gadiformes        | Gadidae      | <i>Merlangius</i>  | <i>merlangus</i>    | 0,8  |
| Osteichthyes | Perciformes       | Scombridae   | <i>Scomber</i>     | <i>scombrus</i>     | 0,8  |
| Osteichthyes | Perciformes       | Gobiidae     | <i>Gobius</i>      | <i>jozo</i>         | 7,1  |
| Osteichthyes | Pleuronectiformes | Bothidae     | <i>Arnoglossus</i> | <i>laterna</i>      | 0,8  |
| Cephalopoda  | Sepiida           | Sepiolidae   |                    |                     | 0,8  |
| Polychaeta   | Spiomorpha        | Sternapsidae | <i>Sternapsis</i>  | <i>scutata</i>      | 0,8  |

I risultati dell'analisi quantitativa mostrano che il 45% degli esemplari esaminati aveva lo stomaco completamente vuoto. In questa indagine preliminare le prede sono state accorpate in due categorie principali: teleostei e crostacei poiché mostrano un andamento diverso nella dieta a seconda delle diverse situazioni relative alla taglia, alle stagioni, al periodo riproduttivo (Tab. 2). Prevalgono nettamente crostacei e teleostei, mentre molluschi e anellidi sono prede accidentali in entrambe le classi di taglia. Il numero percentuale evidenzia: nella classe <20 cm di LT, che relativamente alla globalità dei dati, i crostacei (75%) superano nettamente i teleostei (25%); riguardo alle stagioni, i crostacei hanno un andamento decrescente dall'estate (82%) all'inverno (60%), all'opposto rispetto ai teleostei. Nella classe >20 cm, il numero percentuale complessivo di crostacei si mantiene sempre su valori più elevati anche se più contenuti (64%) rispetto ai teleostei; circa le stagioni i crostacei sono più abbondanti in estate (80%) rispetto all'inverno ( $\chi^2=32,86$  df = 3;  $p<0,001$ ) e durante il periodo non riproduttivo (70%) rispetto a quello riproduttivo in modo inverso rispetto ai teleostei ( $\chi^2=1,95$  df = 1;  $p<0,001$ ). L'analisi della percentuale in peso indica che: in relazione alla valutazione globale dei dati, il peso prevalente è costituito da pesci (77%). In relazione alle stagioni, il peso dei pesci varia dal picco di 82% in autunno, a 78% in inverno, a 77% in primavera, fino al minimo di 53% in estate; al contrario il peso dei crostacei varia esattamente in progressione inversa: da 18% in autunno, a 21% in inverno

a 23% in primavera, a 46% in estate. Relativamente alla taglia, il peso prevalente è di pesci per i >20 cm (81%), mentre è di crostacei per i <20 cm. Per entrambe le classi di taglia il peso prevalente dei pesci è decisamente in autunno-inverno, mentre s'inverte in primavera-estate con il prevalere del peso dei crostacei, ma in modo più netto per i piccoli.

In conclusione, lo studio della biologia alimentare del merlano e la conoscenza della sua collocazione nella rete trofica assume particolare importanza poiché si nutre di specie di rilevanza economica ed ha un regime alimentare simile a quello di specie affini, con le quali potrebbe entrare in antagonismo.

Tab. 2 - Numero e peso percentuale di crostacei (N%C, P%C) e teleostei (N%T, P%T) nelle classi <20 cm> LT.

*Per cent number and weight of Crustacea and Teleostea related to size's classes <20 cm> TL.*

|                            | Lt<20cm |      |      |      | Lt>20cm |      |      |      |
|----------------------------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
|                            | N% C    | P% C | N% T | P% T | N% C    | P% C | N% T | P% T |
| <b>Dati globali</b>        | 75      | 53   | 25   | 47   | 64      | 19   | 81   | 36   |
|                            |         |      |      |      |         |      |      |      |
| <b>Primavera</b>           | 83      | 68   | 17   | 32   | 58      | 58   | 42   | 42   |
| <b>Estate</b>              | 82      | 74   | 18   | 26   | 80      | 42   | 58   | 20   |
| <b>Autunno</b>             | 60      | 21   | 40   | 79   | 70      | 18   | 82   | 30   |
| <b>Inverno</b>             | 60      | 54   | 40   | 46   | 55      | 15   | 85   | 45   |
|                            |         |      |      |      |         |      |      |      |
| <b>P. riproduttivo</b>     |         |      |      |      | 59      | 17   | 83   | 41   |
| <b>P. non riproduttivo</b> |         |      |      |      | 70      | 25   | 75   | 29   |

## Bibliografia

- BROMLEY P.J., WATSON T., HZISLOP J.R.G. (1997) - Diet feeding pattern and the development of food webs in pelagic 0-group cod (*Gadus morhua* L.), haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.), whiting (*Merlangius merlangus* L.), saithe (*Pollachinus virens* L.) and Norway pout (*Trisopterus esmarkii* Nisson) in the northern North sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **543**: 846-853.
- GIOVANARDI O., RIZZOLI M. (1982) - Biological data, collected during the Pipeta expeditions, on the whiting, *Merlangius merlangus* (L.) in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, **290**: 149-153.
- ORSI RELINI L., PAPAConstantinou C., JUKIC-PELADIC S., SOUPLET A., GIL DE SOLA L., PICCINETTI C., KAVADAS S., ROSSI M. (2002) - Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl-surveys: some implications for management. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 21-38.
- PEDERSEN J. (1999) - Diet comparison between pelagic and demersal whiting in the North Sea. *J. Fish Biol.*, **55**: 1096-1113.
- VALLISNERI M., VECCHI A., MANFREDI C. (2003) - Ciclo biologico annuale di *Merlangius merlangus* (Linneo, 1758) nel mar Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 652-656.

M. VALLISNERI, M. MONTEBELLI, C. FROGLIA<sup>1</sup>, C. PICCINETTI<sup>2</sup>

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,  
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.

<sup>1</sup>Ist. Ricerche Pesca Marittima - C.N.R., Ancona, Italia.

<sup>2</sup>Lab. Biologia Marina e Pesca, Università di Bologna, Fano (PU), Italia.

## REGIME ALIMENTARE DI *TRISOPTERUS MINUTUS CAPELANUS* (LACEPEDE, 1800) (OSTEICHTHYES, GADIDAE) NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

### *FEEDING HABITS OF TRISOPTERUS MINUTUS CAPELANUS* (LACEPEDE, 1800) (OSTEICHTHYES, GADIDAE) IN THE NORTH ADRIATIC SEA

#### **Abstract**

*The paper examines the diet's composition of Trisopterus minutus capelanus. A total of 303 specimens have been captured in the north Adriatic sea all year long. This is a nekto-benthic species and it prefers Crustacea and Teleostea. There are some less important diet constituent like Polichaeta, Bivalvia and Cephalopoda. Crustacea are prevalent always, but decrease in winter and reproductive period, conversely to Teleostea.*

**Key-words:** *Trisopterus minutus capelanus, feeding behaviour, Adriatic Sea.*

#### **Introduzione**

Il merluzzetto (*Trisopterus minutus capelanus*), sottospecie mediterranea della specie atlantica *Trisopterus minutus*, vive sui fondali fangosi e sabbiosi tra 20 e 400 m di profondità prediligendo le batimetriche tra 40 e 120 m. Scopo del lavoro è lo studio qualitativo e quantitativo del regime alimentare di questa specie che nel nord Adriatico riveste un notevole interesse economico (Relini *et al.*, 1999).

#### **Materiali e metodi**

Il campionamento è stato svolto mensilmente per un intero anno (fra luglio 2001 e giugno 2002) nella zona compresa fra Cesenatico e Goro, utilizzando una rete a strascico tipo tartana con maglie al sacco di 4 cm, alla profondità compresa fra 2 e 24 m. Sono stati analizzati 303 esemplari, di taglia compresa fra 14 e 26 cm, che hanno raggiunto la taglia di 1° maturità sessuale (Froglia, 1981; Vallisneri *et al.*, 2003). Per ciascun contenuto stomacale è stata condotta sia l'analisi qualitativa che quantitativa. Con la prima sono state identificate le prede fino al più basso livello tassonomico possibile, in base allo stato di digestione; con l'analisi quantitativa sono stati calcolati l'indice di vacuità degli stomaci, e le percentuali numeriche delle categorie di prede.

#### **Risultati e conclusioni**

Relativamente all'indice di vacuità si evince che in relazione alle stagioni gli stomaci vuoti aumentano in estate (47%), mentre diminuiscono in misura alta-

mente significativa in inverno (11%) ( $\chi^2=22,31$ ;  $df=3$ ;  $p<0,0001$ ) (Fig. 1a); in relazione al periodo riproduttivo (dicembre-giugno) gli stomaci vuoti diminuiscono significativamente raggiungendo il valore del 23% rispetto al 39% del periodo non riproduttivo (luglio-novembre) ( $\chi^2=7,34$ ;  $df=1$ ;  $p<0,0067$ ) (Fig. 1b).

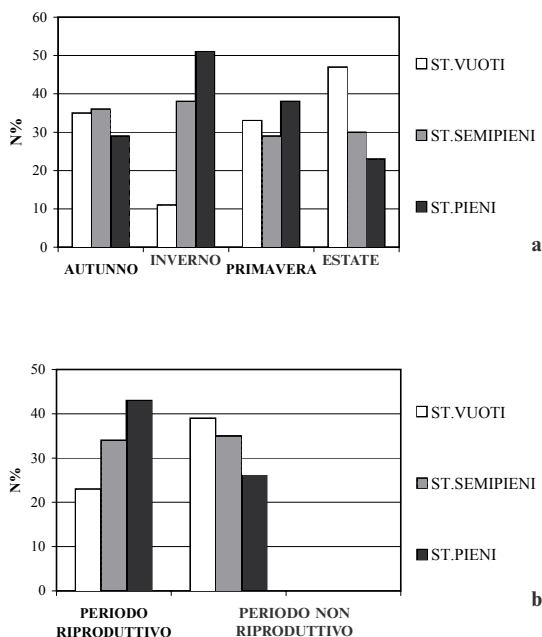


Fig. 1 - Numero percentuale dello stato di ripienezza dello stomaco relativo alle stagioni (a) ed al periodo riproduttivo (b).

*Per cent number of the stomach's fullness related to seasons and reproductive period.*

E' stata riscontrata una dieta composta prevalentemente da organismi bentonici, rappresentati da crostacei (decapodi, isopodi, anfipodi), teleostei (gobidi e callionimidi), molluschi (bivalvi, cefalopodi), anellidi (policheti) (Tab. 1), in accordo con i dati bibliografici relativi all'Adriatico, anche se limitati alla pesca giornaliera (Gramitto, 1999), al Mediterraneo spagnolo (Morte *et al.*, 2001) e ai mari greci (Politou e Papaconstantinou, 1994). Prevalgono nettamente i crostacei (89%), cui seguono i teleostei (9%) ed in piccola percentuale molluschi ed anellidi (Tab. 1). Parallelamente ed inversamente all'andamento dei crostacei, anche se in misura più contenuta, i teleostei subiscono un incremento dal periodo non riproduttivo al periodo riproduttivo ( $\chi^2=14,03$ ;  $df=2$ ;  $p<0,0009$ ) (Fig. 2 a, b). Questi risultati possono essere correlabili ad un maggiore fabbisogno energetico durante la stagione fredda ed il contestuale periodo riproduttivo. I teleostei sono rappresentati quasi esclusivamente da *Gobius jozo*. Nell'ambito dei crostacei *Processa* rappresenta il genere più appetito durante tutte le stagioni; seguono a distanza *Alpheus glaber* e *Philocheras* (Tab. 1).



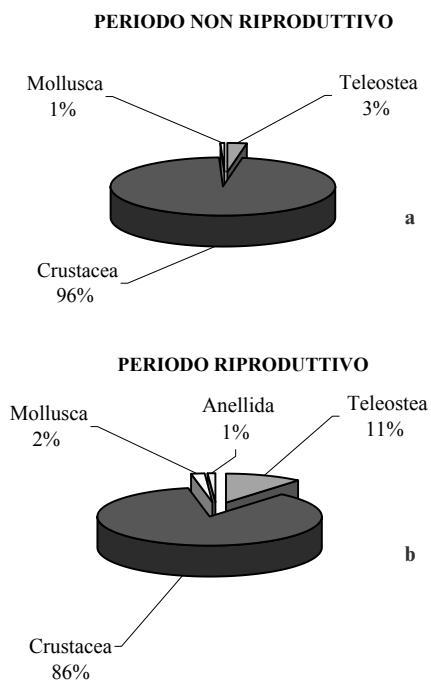


Fig. 2 - Numero percentuale delle categorie di preda relativo al periodo riproduttivo.  
Per cent number of preys related to reproductive period.

Tab. 1 - Lista delle specie-preda di *T. m. capellanus*.  
Diet's list of *T. m. capellanus*.

| Classe       | Ordine      | Famiglia         | Genere             | Specie             | N%   |
|--------------|-------------|------------------|--------------------|--------------------|------|
| Crustacea    | Decapoda    | Processidae      | <i>Processa</i>    | sp.                | 74,4 |
| Crustacea    | Decapoda    | Processidae      | <i>Processa</i>    | <i>nouveli</i>     | 0,3  |
| Crustacea    | Decapoda    | Alpheidae        | <i>Alpheus</i>     | <i>glaber</i>      | 5,8  |
| Crustacea    | Decapoda    | Crangonidae      | <i>Philocheras</i> | sp.                | 2,6  |
| Crustacea    | Decapoda    | Crangonidae      | <i>Philocheras</i> | <i>bispinosus</i>  | 1,4  |
| Crustacea    | Decapoda    | Portunidae       | <i>Liocarcinus</i> | <i>depurator</i>   | 1,2  |
| Crustacea    | Decapoda    | Portunidae       | <i>Liocarcinus</i> | <i>maculatus</i>   | 1,2  |
| Crustacea    | Decapoda    | Solenoceridae    | <i>Solenocera</i>  | <i>membranacea</i> | 0,7  |
| Crustacea    | Isopoda     |                  |                    |                    | 0,5  |
| Crustacea    | Amphipoda   |                  |                    |                    | 0,5  |
| Crustacea    | Decapoda    | Laomediidae      | <i>Jaxea</i>       | <i>nocturna</i>    | 0,2  |
| Crustacea    | Decapoda    | Callianassidae   | <i>Callianassa</i> | <i>subterranea</i> | 0,2  |
| Crustacea    | Decapoda    | Upogebiidae      | <i>Upogebia</i>    | <i>deltaura</i>    | 0,2  |
| Osteichthyes | Perciformes | Gobiidae         | <i>Gobius</i>      | <i>jazo</i>        | 8,6  |
| Osteichthyes | Perciformes | Callionymidae    | <i>Callionymus</i> | sp.                | 0,2  |
| Bivalvia     | Tellinoidea | Scrobiculariidae | <i>Abra</i>        | sp.                | 0,7  |
| Bivalvia     | Solenioidea | Solenidae        |                    |                    | 0,2  |
| Cephalopoda  | Sepiida     | Sepiolidae       |                    |                    | 0,5  |
| Polychaeta   |             |                  |                    |                    | 0,2  |
| Polychaeta   | Spiomorpha  | Sternapsidae     | <i>Sternapsis</i>  | <i>scutata</i>     | 0,5  |

**Bibliografia**

- FROGLIA C. (1981) - Summary of biological parameters on *T. m. capellanus* (Risso) in the Adriatic. Fao Gen. Fisheries Council. For the Mediterranean, Rome (Italy). In: *Report of the Second Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic*. Ancona, 18-22, Rome, FAO, **253**: 97-100.
- GRAMITTO M.E. (1999) - Feeding habits and estimation of daily ration of poor cod *Trisopterus minutus capellanus* (Gadidae) in the Adriatic sea. *Cybium*, **23** (2): 115-130.
- MORTE M.S., REDON M.J., SANZ-BRAU A. (2001) - Feeding habits of *Trisopterus minutus capellanus* (Gadidae) off the eastern coast of Spain (Western Mediterranean). *Marine Ecology*, **22** (3): 215-229.
- POLITOU C.Y., PAPACONSTANTINO C. (1994) - Feeding ecology of mediterranean poor cod, *Trisopterus minutus capellanus* (Lacepède), from the eastern coast of Greece. *Fish. Res.*, **19**: 269-292.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Supp.1): 1-49.
- VALLISNERI M., MANFRIN PICCINETTI G., PICCINETTI C. (2003) - Biologia riproduttiva di *Trisopterus minutus capellanus* (Lacepède, 1800) del mar Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 296-299.

P. VIGNALE, P. CARPENTIERI, F. COLLOCA, A. BELLUSCIO, G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma "La Sapienza",  
Viale dell'Università, 32 – 00185 Roma, Italia.

FLUTTUAZIONI GIORNALIERE E STAGIONALI DEL REGIME  
ALIMENTARE DI *MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS*  
(TELEOSTEA, MERLUCCIDAE) E *TRACHURUS TRACHURUS*  
(TELEOSTEA, CARANGIDAE)  
SUL BORDO DELLA PIATTAFORMA TIRRENICA

*DAILY AND SEASONAL FLUCTUATION OF THE FEEDING HABITS  
OF MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS (TELEOSTEA, MERLUCCIDAE)  
AND TRACHURUS TRACHURUS (TELEOSTEA, CARANGIDAE) ON  
THE TYRRHENIAN SHELF BREAK*

**Abstract**

*The trophic ecology of two fish species, Merluccius merluccius and Trachurus trachurus was analyzed with particular attention to the variations of abundance in the trawl catch and food habits during the 24 hours period and the different seasons. Presence of M. merluccius seemed to be related to the day-light hours. The trophic activity of the species showed a peak during the early hours of the day and a reduction at night. Abundance and the feeding habits of T. trachurus seemed to be independent from daily light intensity.*

**Key-words:** Merluccius merluccius, Trachurus trachurus, feeding behaviour.

**Introduzione**

Le relazioni che intercorrono tra le variazioni giornaliere nella distribuzione di una specie e la sua attività trofica sono aspetti scarsamente studiati nell'area Mediterranea (Orsi Relini *et al.*, 1997) mentre sono stati ben documentati per le regioni atlantiche (Bowman e Bowman, 1980; Gordo e Macpherson, 1991). Questo studio ha cercato di ampliare le conoscenze sulla dieta di due specie demersali comuni e diffuse in tutto il Mediterraneo, il nasello, *Merluccius merluccius*, ed il sugherello, *Trachurus trachurus*, e sull'influenza che la luce può avere sui ritmi circadiani e nelle diverse stagioni.

**Materiali e metodi**

I dati utilizzati nel presente lavoro sono stati raccolti nel corso di quattro campagne giornaliere di pesca a strascico condotte a luglio e novembre del 2001 ed in marzo e maggio del 2002, in un'area di campionamento situata sul bordo della piattaforma continentale (tra 140 e 160 m) nel Mar Tirreno centrale a largo di Capo d'Anzio (Lazio).

Durante ciascuna campagna sono state realizzate una serie ripetuta di otto campionamenti, ad intervalli di circa tre ore e della durata di 30' minuti. La variazione dell'intensità del consumo di cibo nell'arco della giornata è stata analizzata con l'impiego del tasso di alimentazione relativo ( $FI = \text{peso stomaco (g)} / \text{peso totale (g tot)}$ ) (Benli *et al.*, 2001). L'indice è stato messo in relazione con il valore

Tab. 1 - Valori di radiazione solare (MJoule/m<sup>2</sup>) corrispondenti ai diversi campionamenti.  
*Values of daily light intensity (MJoule/m<sup>2</sup>) related to the different samples.*

| Orario di campionamento | Luglio | Novembre | Marzo | Maggio |
|-------------------------|--------|----------|-------|--------|
| 1                       | 0      | 0        | 0     | 0      |
| 5                       | 0,66   | 0        | 0     | 1,01   |
| 8                       | 3,9    | 1,25     | 1,34  | 4,21   |
| 10                      | 7,9    | 4,9      | 3,34  | 6,21   |
| 13                      | 8,08   | 7,05     | 7,12  | 7,87   |
| 15                      | 7,06   | 3,51     | 6,32  | 7      |
| 18                      | 2,64   | 0        | 0     | 3,15   |
| 21                      | 0      | 0        | 0     | 0      |

medio di radiazione luminosa per i diversi periodi della ricerca e nei diversi orari di campionamento (Tab. 1) in modo da individuare eventuali picchi di alimentazione giornaliera. Lo studio dei contenuti stomacali è stato effettuato utilizzando l'indice di importanza relativa (IRI%) (Pinkas *et al.*, 1971) che combina gli indici numerici F% e Cn% e di peso Cw% nella formula  $IRI = (Cn\% + Cw\%) \times F\%$ . I naselli analizzati sono stati successivamente divisi in due classi di lunghezze: LT < 11,9 cm e LT > 12 cm per poter meglio analizzare l'andamento della dieta durante le diverse fasi dell'accrescimento.

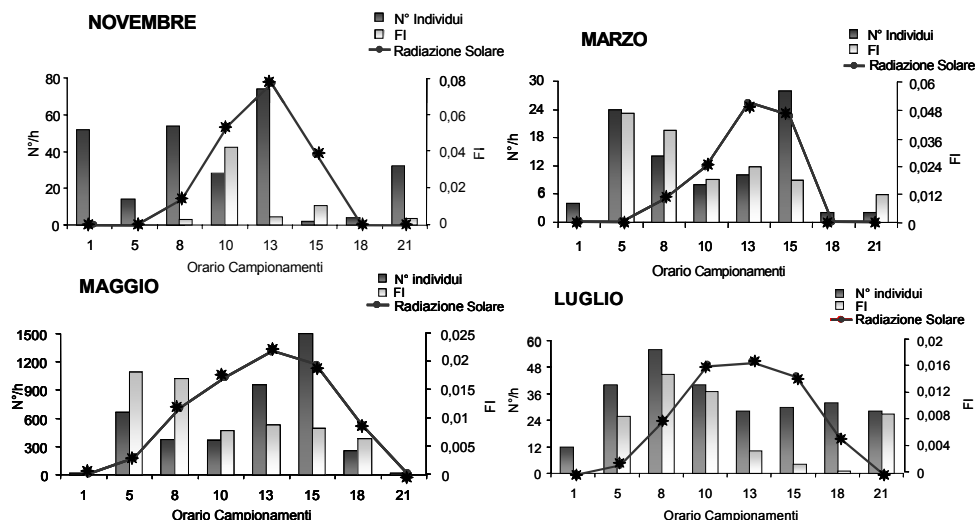


Fig. 1 - Variazione dell'abbondanza (N° individui/ora) e del tasso di alimentazione (FI) di *M. merluccius* durante i campionamenti di 24 h effettuati nei quattro periodi di ricerca.  
*Variation in abundance (individual per hour) and in Fullness index (FI) of *M. merluccius* during the 24 h sampling the four periods of the study.*

## Risultati

Complessivamente sono stati analizzati 2376 esemplari di *M. merluccius* (lunghezze tra 5 e 42 cm) e 778 esemplari di *T. trachurus* (lunghezze tra 10,5 e 49 cm).

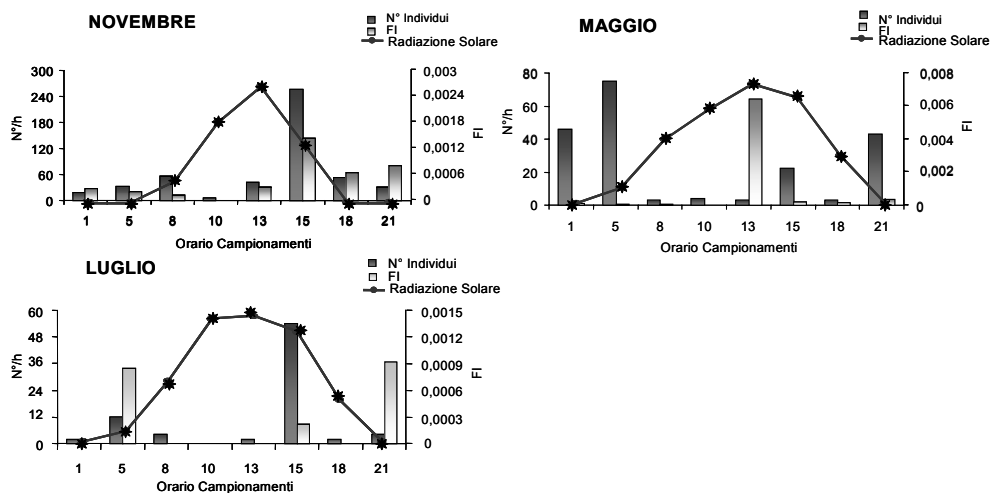


Fig. 2 - Variazione dell'abbondanza (N° individui/ora) e del tasso di alimentazione (FI) di *T. trachurus* durante i campionamenti di 24 h effettuati nei tre periodi di ricerca.

Variations in abundance (individual per hour) and in Fullness index (FI) of *T. trachurus* during the 24 h sampling the three periods of the study.

Tab. 2 - Composizione percentuale delle prede principali nella dieta di *M. merluccius*, relativa alle due classi di taglia (LT < 11,9 cm; LT > 12 cm).

Percent composition of the diet (main prey) of *M. merluccius*, related to the two size classes (TL < 11,9 cm; TL > 12 cm).

| PREDE                            | <i>Merluccius merluccius</i> |       |               |       |               |       |               |           |
|----------------------------------|------------------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------|
|                                  | MAGGIO                       |       | MARZO         |       | NOVEMBRE      |       | LUGLIO        |           |
|                                  | IRI%<br><11,9                | >12   | IRI%<br><11,9 | >12   | IRI%<br><11,9 | >12   | IRI%<br><11,9 | F%<br>>12 |
| MOLLUSCA                         |                              |       |               |       |               |       |               |           |
| Cephalopoda n.i.                 | 0,01                         | 0,80  | 0,23          | 2,89  |               | 1,18  | 7,14          |           |
| MYSIDACEA                        |                              |       |               |       |               |       |               |           |
| <i>Lophogaster typicus</i>       | 4,35                         | 1,72  | 4,58          | 4,05  | 13,87         | 36,59 | 14,29         | 50        |
| <i>Anchialina agilis</i>         | 0,43                         |       | 1,79          |       | 86,24         |       | 100           |           |
| <i>Haplostylus normani</i>       | 0,89                         | 0,48  | 2,57          | 2,31  |               |       | 7,33          | 23,34     |
| AMPHIPODA                        |                              |       |               |       |               |       | 1,85          | 1,03      |
| Amphipoda n.i.                   | 0,10                         |       | 0,41          |       | 6,89          | 7,14  | 20            | 2,10      |
| EUPHAUSIACEA                     |                              |       |               |       |               |       |               |           |
| <i>Meganyctiphanes norvegica</i> |                              |       | 28,74         | 3,99  | 28,57         | 12,5  |               |           |
| <i>Nyctiphanes couchii</i>       | 14,51                        | 12,67 | 5,46          | 6,94  |               |       | 63,74         | 3,98      |
| <i>Euphausia krohni</i>          | 2,40                         | 0,72  | 2,16          | 2,31  |               |       |               |           |
| Euphausiacea n.i.                | 75,05                        | 25,30 | 15,04         | 12,14 |               |       | 15,93         | 25        |
| DECAPODA                         |                              |       |               |       |               |       |               |           |
| <i>Chlorotocus crassicornis</i>  | 0,01                         |       | 0,14          | 2,63  | 12,5          | 1,65  | 7,14          | 1,59      |
| <i>Alpheus glaber</i>            | 0,01                         | 0,12  | 0,05          | 1,16  |               | 1,11  | 7,14          | 0,87      |
| <i>Solenocera membranacea</i>    |                              |       | 0,09          |       | 7,14          | 1,83  | 7,14          | 0,61      |
| Decapoda n.i.                    | 0,02                         | 0,03  | 0,41          | 0,59  | 0,04          | 7,14  | 1,62          | 7,14      |
| Crustacea n.i.                   | 0,40                         |       | 1,15          |       | 6,89          | 7,14  | 1,05          | 4,56      |
| TELEOSTEA                        |                              |       |               |       |               |       | 20            | 14,29     |
| <i>Merluccius merluccius</i>     | 0,82                         | 28,09 | 0,87          | 12,72 |               |       |               |           |
| <i>Maurolicus muelleri</i>       | 0,27                         | 0,03  | 0,69          | 0,58  | 0,33          | 1,48  | 14,29         | 12,5      |
| <i>Argentina sphyraena</i>       | 0,01                         | 0,69  | 0,14          | 1,16  | 42,29         | 25    | 56,85         | 28,57     |
| <i>Engraulis encrasicolus</i>    |                              | 2,15  |               | 1,73  |               |       |               | 0,93      |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i>    |                              |       |               |       |               | 3,54  | 7,14          | 9,32      |
| <i>Sardina pilcardus</i>         |                              |       |               |       |               |       |               | 0,83      |
| Teleostea n.i.                   | 0,58                         | 24,56 | 1,56          | 10,4  | 36,21         | 10,76 | 35,71         | 37,5      |
|                                  | 7,99                         | 25,98 | 40            | 28,57 | 9,33          | 36,63 | 25            | 29,03     |

Il campione di *M. merluccius* è risultato costituito principalmente (75% del campione) da esemplari giovanili (classe 0<sup>+</sup>). L'esame delle fluttuazioni giornaliere dell'abbondanza ha mostrato i valori minimi durante i campionamenti notturni (Fig. 1). Questo risultato è particolarmente evidente a maggio quando il campione è risultato più abbondante. Il tasso di alimentazione relativo ha evidenziato i valori più elevati nelle prime ore del mattino (Fig. 2). Gli individui più piccoli (Lt < 11,9 cm) hanno mostrato una preferenza verso gli eufausiacei (*Nyctiphanes couchii*) soprattutto in primavera ed in estate. Con l'aumentare della taglia (LT > 12 cm) alla dieta si aggiungono pesci *Argentina sphyraena* e *Maurolicus muelleri*, specialmente in autunno ed inverno, e crostacei decapodi (Tab. 2).

Il campione di *T. trachurus* esaminato è risultato composto da esemplari di 1-3 anni (17-25 cm). Le variazioni dell'abbondanza e dell'attività trofica della specie hanno mostrato una scarsa correlazione con l'intensità luminosa (Fig. 2). L'alimentazione di questa specie (Tab. 3), è risultata principalmente zooplanctofaga per gli esemplari di piccole-medie dimensioni (LT < 20 cm), diventando più piscivora con l'aumentare della taglia (LT > 20 cm). Nei diversi periodi di campionamento si sono osservate variazioni nella dieta con predominanza di crostacei copepodi in estate, gasteropodi pelagici (*Limacina retroversa*, *Cavolinia inflexa*) e anfipodi iperidei (*Phrosina semilunata*) in autunno, eufasiacei (*N. couchii*) in primavera. In tutte le stagioni è risultato alto il consumo del teleosteo *M. muelleri*.

Tab. 3 - Composizione percentuale delle prede principali nella dieta di *T. trachurus*.  
Percent composition of the diet (main prey) of *T. trachurus*.

| <i>Trachurus trachurus</i>     |        |    |          |       |        |       |
|--------------------------------|--------|----|----------|-------|--------|-------|
| PREDE                          | MAGGIO |    | NOVEMBRE |       | LUGLIO |       |
|                                | IRI%   | F% | IRI%     | F%    | IRI%   | F%    |
| HYDROZOA                       |        |    |          |       |        |       |
| <i>Calycophorae diphyidae</i>  |        |    | 0,23     | 8,87  |        |       |
| GASTEROPODA                    |        |    |          |       |        |       |
| <i>Limacina retroversa</i>     |        |    | 53,28    | 65,60 |        |       |
| <i>Cavolinia inflexa</i>       |        |    | 3,17     | 40,43 |        |       |
| Gasteropoda n.i.               | 0,03   | 2  | 0,23     | 44,33 |        |       |
| CEPHALOPODA                    |        |    |          |       |        |       |
| Cephalopoda n.i.               | 0,81   | 8  | 0,11     | 14,54 | 0,40   | 8,33  |
| CRUSTACEA                      |        |    |          |       |        |       |
| Isopoda n.i.                   | 10,18  | 7  | 0,79     | 3,55  |        |       |
| Copepoda n.i.                  |        |    | 0,01     | 4,26  | 0,96   | 8,33  |
| Decapoda n.i.                  | 0,09   | 2  | 0,01     | 0,71  | 0,18   | 8,33  |
| Crustacea n.i.                 | 6,06   | 13 | 1,63     | 37,59 | 81,30  | 91,67 |
| AMPHIPODA                      |        |    |          |       |        |       |
| <i>Phrosina semilunata</i>     |        |    | 8,21     | 29,43 |        |       |
| Amphipoda n.i.                 | 5,88   | 6  | 0,20     | 1,77  |        |       |
| MYSIDACEA                      |        |    |          |       |        |       |
| <i>Lophogaster typicus</i>     | 0,20   | 4  | 0,01     | 1,06  |        |       |
| <i>Anchialina agilis</i>       | 0,08   | 3  |          |       |        |       |
| <i>Leptomysis mediterranea</i> |        |    |          |       | 0,64   | 16,67 |
| EUPHAUSIACEA                   |        |    |          |       |        |       |
| <i>Nyctiphanes couchii</i>     | 0,80   | 3  | 0,01     | 1,42  |        |       |
| Euphausiacea n.i.              | 41,19  | 25 | 0,07     | 4,96  |        |       |
| TUNICATA                       |        |    |          |       |        |       |
| <i>Pyrosoma atlanticum</i>     | 0,08   | 2  | 6,48     | 42,91 |        |       |
| TELEOSTEA                      |        |    |          |       |        |       |
| <i>Maurolicus muelleri</i>     | 11,54  | 11 | 12,94    | 58,16 | 2,83   | 16,67 |
| Teleostea n.i.                 | 1,71   | 11 | 0,07     | 4,96  | 3,22   | 16,67 |

## Conclusioni

L'analisi del contenuto stomacale delle due specie campionate, appartenenti alla associazione ittica del bordo della piattaforma continentale, ha fornito nuove informazioni sulla variazione della dieta nell'arco delle 24 ore e nelle diverse stagioni. L'alimentazione del nasello ha mostrato come soprattutto gli esemplari più giovani si nutrano prevalentemente di notte seguendo gli spostamenti nictemerali (Franqueville, 1971) delle loro prede principali (crostacei peracaridi). La più elevata abbondanza registrata a maggio (87% del campione) rispetto agli altri periodi di campionamento è da collegarsi, molto probabilmente, al ruolo che i fondali del bordo della piattaforma continentale svolgono, in questo periodo dell'anno, come aree di nurseries per questa specie (Colloca, 2003). Al contrario *T. trachurus*, specie più pelagica, è risultata distribuita in maniera irregolare su questi fondi, mostrando un pattern di distribuzione indipendente dalla luce e una dieta più strettamente zooplanctofaga.

## Bibliografia

- BENLI H.A., KAYA M., UNLUOGLU A., KATAGAN T., CIHANGIR B. (2001) - Summer-time diel variation in the diet composition and feeding periodicity of red pandora (*Pagellus erythrinus*) in the Hisaronu Bay. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **81**: 185-186.
- BOWMAN R.E., BOWMAN E.W. (1980) - Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of the silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, **37**: 1562-1572.
- COLLOCA F. (2003) - Struttura e risorse trofiche dell'associazione ittica del margine della piattaforma continentale tirrenica. Tesi di Dottorato, Università La Sapienza, Roma.
- FRANQUEVILLE C. (1971) - Macroplankton profond (invertébrés) de la Méditerranée nord-occidentale. *Tethys*, **3** (1): 11-56.
- GORDOA A., MACPHERSON E. (1991) - Diurnal variation in the feeding activity and catch rates of cape hake (*Merluccius capensis* and *Merluccius paradoxus*) off Namibia. *Fish. Res.*, **12**: 299-305.
- ORSI RELINI L., ZAMBONI A., FIORENTINO F., RELINI G. (1997) - Vulnerabilità luce dipendente del nasello (*Merluccius merluccius*) giovanile. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 262-268.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON I.L.K. (1971) - Food habitus of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish Bull. NOAA*, **152**: 1-150.

B. ZAVA, G. D'ANNA<sup>1</sup>, D. GIORDANO<sup>2</sup>, G.B. GIUSTO<sup>3</sup>, G. MONTEVERDE,  
C. PIPITONE<sup>2</sup>, F. FIORENTINO<sup>3</sup>

WILDERNESS, Studi Ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italia.  
wildernessbz@hotmail.com

<sup>1</sup>IAMC-CNR, Laboratorio di Biologia Marina, Castellammare del Golfo (TP), Italia.

<sup>2</sup>IAMC-CNR, Sezione di Messina, Italia.

<sup>3</sup>IAMC-CNR, Sezione di Mazara del Vallo (TP), Italia.

## NOTE BIOLOGICHE SU *LAGOCEPHALUS LAGOCEPHALUS* (L., 1758) (OSTEICHTHYES – TETRAODONTIDAE) DELLE ACQUE SICILIANE

### *BIOLOGICAL NOTES ON LAGOCEPHALUS LAGOCEPHALUS* (L., 1758) (OSTEICHTHYES – TETRAODONTIDAE) AROUND SICILY

#### **Abstract**

*Information on Lagocephalus lagocephalus (L., 1758) (Osteichthyes – Tetraodontidae), gathered in autumn-winter around Sicily, was reported. A total of 23 specimens were recorded from February 1999 to February 2004. Most of them were caught by off-shore long lines, 3 by angling from shore and 2 were stranded on the beach, confirming that this fish frequent both coastal and offshore waters. Nine specimens (7 females and 2 males) were analysed for biological features, biometrics and meristics. Size ranged between 480 and 659 mm TL. It is worth noting the catch of a mature female on October 2001, being the largest female reported in the world literature (659 mm TL with GSI=8,0%) and a mature male caught in October 2003 (573 mm TL with GSI=1,6%). Finally the examined specimens showed a higher number of rays in the anal fin than in the Mediterranean literature (14-15 vs. 11-13) .*

**Key-words:** *Lagocephalus lagocephalus*, reproduction, length, Mediterranean Sea.

#### **Introduzione**

Il capolepre *Lagocephalus lagocephalus* (L., 1758) è un pesce cosmopolita subtropicale, diffuso sia in ambiente costiero sia in acque del largo. La specie può raggiungere una taglia massima di 610 mm di lunghezza totale e 3170 g di peso (Froese e Pauly, 2004). La sua presenza in Mediterraneo, ed in particolare attorno la Sicilia, è nota da tempo (Doderlein 1878-79; Bini, 1968; Tortonese, 1975). Tuttavia, data la rarità delle catture anche al di fuori del Mediterraneo, le informazioni biologiche su questo pesce sono molto scarse.

A partire dal 1999 è stato registrato un aumento nella frequenza di cattura di capolepre nei mari siciliani; si è quindi iniziata la raccolta di esemplari per lo studio delle caratteristiche biologiche della specie. Nella presente nota si riportano le date e le località delle catture registrate ed i risultati dell'esame degli esemplari che è stato possibile acquisire.

#### **Materiali e metodi**

Complessivamente sono state registrate 23 segnalazioni, a partire dal febbraio 1999, ottenute direttamente dagli autori, da pescatori, da colleghi, da appassionati e da varia stampa locale. Degli esemplari acquisiti sono fornite le principali informazioni biologiche, biometriche e meristiche.



## Risultati e conclusioni

La maggior parte delle segnalazioni, riportate in Tab. 1, sono dovute alle catture di palamiti di superficie, innescati con sardina e calati ad una distanza variabile tra 3,5 e 7 miglia dalla costa. Tuttavia vale la pena segnalare le catture di tre esemplari con canna da riva e due individui spiaggiati che confermano l'abitudine della specie di avvicinarsi sotto costa, già segnalata nelle popolazioni non mediterranee. Tutte le catture e gli spiaggiamenti sono stati finora registrati nel periodo compreso tra la fine di ottobre ed i primi di febbraio, sebbene le attività di pesca con i palamiti derivanti vengano effettuate anche in primavera-estate. Sebbene siano necessarie ulteriori verifiche, i dati raccolti suggeriscono che la specie si avvicini alla costa in autunno-inverno.

Tab. 1 - Recenti rinvenimenti ed esemplari esaminati (N=9) di *L. lagocephalus* attorno la Sicilia.  
New records and examined specimens (N=9) of *L. lagocephalus* around Sicily.

| Data       | Località               | Legit                   | Note                  | Codice esemplare |
|------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| 12/02/1999 | Punta Secca (RG)       | G. Insacco              | Palamito              | –                |
| 25/11/2000 | Ustica (PA)            | B. Zava e G. Monteverde | Palamito              | –                |
| 03/12/2000 | Ustica (PA)            | B. Zava e G. Monteverde | Palamito              | –                |
| 25/02/2001 | S. Nicola l'Arena (PA) | M. Arculeo              | Canna da riva         | –                |
| 30/10/2001 | Capo d'Orlando (ME)    | G. Berdar               | Palamito              | 1                |
| 11/2003    | Ustica (PA)            | G. Crivello             | Palamito              | –                |
| 14/11/2003 | Porticello (PA)        | B. Zava e G. Monteverde | Palamito              | 2                |
| 17/11/2003 | Porticello (PA)        | B. Zava e G. Monteverde | Palamito              | 3                |
| 18/11/2003 | Capo Zafferano (PA)    | B. Zava e G. Monteverde | Palamito              | 4                |
| 20/11/2003 | Aspra (PA)             | B. Zava e S. Riggio     | Tramaglio             | 5                |
| 15/12/2003 | Porto Rosa (ME)        | E. Navarra              | Spiaggiato            | –                |
| 12/2003    | Aspra (PA)             | N. Di Salvo             | –                     | –                |
| 30/12/2003 | Bagnara Calabra (RC)   | E. Navarra              | Palamito              | 6                |
| 01/2003    | Ustica (PA)            | G. Crivello             | Palamito; 2 individui | –                |
| 01/2003    | Ustica (PA)            | G. Crivello             | Palamito; 3 individui | –                |
| 13/01/2004 | Aspra (PA)             | P. La Licata            | Tramaglio             | –                |
| 02/02/2004 | Alcamo marina (TP)     | S. Orlando              | Canna da riva         | 7                |
| 06/02/2004 | Villafranca T.(ME)     | P. Cucinotta            | Spiaggiato            | 8                |
| 10/02/2004 | Alcamo marina (TP)     | S. Agnello              | Sciabica              | 9                |
| 10/02/2004 | Torregrotta (ME)       | D. Ruvolo               | Spiaggiato            | –                |

E' stato possibile esaminare complessivamente 9 esemplari (sette femmine e due maschi), di lunghezza totale (LT) compresa tra 480 e 659 mm (Tab. 2). Gli individui di taglia inferiore a 510 mm LT presentavano le macule scure nella regione delle pinne pettorali, caratteristiche della fase giovanile. È degna di nota la presenza di una femmina con gonade in avanzato stato di maturazione di 659 mm LT (a nostra conoscenza la massima lunghezza fino ad oggi riportata nella letteratura mondiale) catturata il 30/10/2001 (Indice Gonado-Somatico ; IGS=8,0%) ed un maschio con gonade fluente di 573 mm LT catturato il 14/11/2003 (IGS=1,6%). Inoltre il numero di raggi della pinna anale negli individui esaminati è risultato superiore a quanto riportato in letteratura per gli esemplari mediterranei (14-15 vs. 11-13) (Tortonese, 1986).

Tab. 2 - Informazioni biologiche, meristiche e biometriche su *L. lagocephalus* dei mari attorno la Sicilia (Lunghezze in mm e peso in g – Stadio Gonadi: I= Immaturo; M=maturo; F= Fluente; S= Esaurito; n.r.= non rilevato).

*Biological, biometric and meristic information of L. lagocephalus recorded around Sicily (length in mm and weight in g – Gonad stage: I= Immature; M=Mature; F= Fluent; S= Spent; n.r.= not recorded).*

| Codice esemplare       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| LT (mm)                | 659   | 573   | 503   | 509   | 510  | 562  | 585  | 639  | 480  |
| LS                     | 528   | 445   | 406   | 413   | 419  | 465  | 482  | 514  | 400  |
| LF                     | 594   | n.r.  | n.r.  | n.r.  | 47   | 52,2 | 540  | 590  | 445  |
| Sesso                  | F     | M     | F     | F     | F    | F    | M    | F    | F    |
| Stadio gonadi          | M     | F     | I     | I     | n.r. | I    | S    | I    | I    |
| Peso Gonade            | 225,3 | 33,8  | 22,8  | 11,4  | 7,9  | 14,9 | 16,3 | 40,1 | 21,2 |
| Peso totale            | 2375  | 2100  | 1325  | 1425  | 1275 | 1950 | 1909 | 2500 | 1181 |
| L muso                 | 71    | 60    | 55,1  | 54,2  | 52   | 62,5 | n.r. | 69   | n.r. |
| L testa                | 145   | 122,5 | 109,1 | 111,8 | 111  | 135  | 124  | 141  | 106  |
| H Ped. Caudale         | 32    | 28    | 22,7  | 25,2  | 22   | 29   | 24   | 35   | 24   |
| N serie spine ventrali | 41    | 34    | 29    | 31    | 31   | 34   | 31   | 40   | 31   |
| L muso-Pinna dors.     | 392   | 339   | 310   | 301   | 299  | 346  | 340  | 386  | 300  |
| D oculare Orizzont.    | n.r.  | 23,7  | 21,55 | 21,7  | 21   | 23   | 21   | 24,5 | 20   |
| D oculare Verticale    | n.r.  | 21,8  | 19,45 | 18,4  | 19   | 23   | 20   | 22   | 20   |
| L interorbitale        | 64    | 58,4  | 44,5  | 46,4  | 47   | 53   | 52   | 69   | 44   |
| Pinna dors. Raggi      | 14    | 15    | 15    | 15    | 15   | 15   | 15   | 14   | 14   |
| Pinna Anale Raggi      | 13    | 13    | 14    | 14    | 13   | 13   | 14   | 13   | 13   |
| Pinna Anale L base     | 49    | 43    | 37,9  | 41    | 44   | 47,5 | 40   | 47   | 36   |
| Pinna Codale Raggi     | n.r.  | 15    | 14    | 15    | 14   | 15   | 14   | 14   | 14   |
| PinnePett. Raggi sx    | 16    | 14    | 16    | 15    | 16   | 15   | 15   | 15   | 15   |
| Pinne Pett. L base sx  | 35    | 32    | 24,3  | 27,1  | 26,5 | 31   | 29   | 34   | 26   |
| Pinne Pett. Raggi dx   | 16    | 14    | 16    | 16    | 15   | 15   | 14   | 15   | 14   |
| Pinne Pett. L base dx  | 34    | 33    | 25,4  | n.r.  | 27   | 30   | 15   | 32,5 | 25   |

### Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento va a S. Agnello, M. Arculeo, G. Berdar, G. Crivello, P. Cucinotta, A. Di Natale, N. Di Salvo, S. Freni, G. Insacco, P. La Licata, E. Navarra, S. Orlando, S. Riggio, D. Ruvolo.

### Bibliografia

- BINI G. (1968) – *Atlante dei pesci delle coste italiane*. Mondo Sommerso Ed., Roma, **8**: 164 pp.
- DODERLEIN P. (1878-79) – *Prospetto metodico delle varie specie di pesci riscontrate sin'ora nelle acque marine e fluviali della Sicilia*. Palermo, Tipografia del Giornale di Sicilia.
- FROESE R., PAULY D. (eds) (2004) - FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (05/2004).
- TORTONESE E. (1975) – *Fauna d'Italia, Osteichthyes*. Ed. Calderini, Bologna, **11**: 636 pp.
- TORTONESE E. (1986) - Tetraodontidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J., Tortonese E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, **3**: 1341-1347.

R. BASILE, G. GRIPPA, G. PISA, D. PESSANI

Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Torino,  
Via Accademia Albertina, 13 – 10123 Torino, Italia.

## IL PRIMO STADIO LARVALE DI TRE SPECIE DEL GENERE *PERICLIMENES* (CROSTACEI, DECAPODI)

### *THE FIRST LARVAL STAGE OF THREE SPECIES OF THE GENUS PERICLIMENES (CRUSTACEA, DECAPODA)*

#### **Abstract**

*The larval development of genus Periclimenes is scarcely known. A comparative analysis of the morphology of zoea I in three species: P. amethysteus (Risso, 1827), P. sagittifer aegylios Grippa & d'Udekem d'Acoz, 1996, P. scriptus (Risso, 1822) was carried out. Differences in number of segments of antennal lamina, distal incisure of pars secans of right mandible and number of setae on exopodite of maxillipeds were found.*

**Key-words:** zoeae, animal morphology, Periclimenes.

#### **Introduzione**

In Mediterraneo il genere *Periclimenes* Costa, 1844 (Decapodi, Palaemonidae) è rappresentato da 7 specie (Koukouras e Turkay, 1996), tutte a sviluppo larvale ignoto o poco conosciuto.

Gurney (1924) ha descritto le zoeae I - V di *P. calmani*, mentre Bourdillon - Casanova (1960) ha esaminato le zoeae II - VIII di una specie di *Periclimenes* che, per le somiglianze tra la zoea VIII e l'adulto, potrebbero essere ascritte a *P. scriptus*. Kurian (1956) e Barnich (1996) hanno descritto alcuni stadi larvali appartenenti a *Periclimenes* (*Mesocaris*) sp.

Lo scopo della presente ricerca è analizzare comparativamente la morfologia della zoea I di *P. amethysteus* (Risso, 1827), *P. sagittifer aegylios* Grippa e d'Udekem d'Acoz, 1996 e *P. scriptus* (Risso, 1822), ricercando caratteri che permettano di discriminare le tre specie.

#### **Materiali e metodi**

Le zoeae, ottenute da femmine ovigere di sicura identificazione, raccolte in immersione in Mar Adriatico, sono state allevate in laboratorio a 21,5 e 18,5 °C (*P. s. aegylios*, *P. amethysteus*) ed a 20-22 °C (*P. scriptus*). L'alimentazione, nauplii di *Artemia* forniti a giorni alterni, e le altre condizioni di allevamento sono state uguali per tutte le specie.

Le zoeae I, che sono morte prima di mutare allo stadio successivo, sono state fissate in alcool a 70°. Per ogni specie è stata misurata, con uno stereomicroscopio munito di oculare micrometrico, la lunghezza totale (dalla punta del rostro al margine posteriore del telson, setole escluse) di 10 zoeae. Successivamente queste sono state dissezionate, fotografando le varie parti al microscopio a contrasto di fase modello Wild Leitz GMBH 020-437.035 dotato di una videocamera Sony SSC-DC58AP interfacciata con un PC, usando il programma Matrox PC-VCR Remote. Le zoeae intere e le diverse appendici sono state anche disegnate.

## Risultati

Sono state ottenute 48 zoea I di *P. amethysteus*, 370 di *P. s. aegylios* e 49 di *P. scriptus*; nella Tab. 1 è riportata la lunghezza totale degli esemplari delle tre specie.

Tab. 1 - Lunghezza totale della zoea I delle tre specie di *Periclimenes* esaminate ( $n$  = numero esemplari misurati; D.s. = deviazione standard).

*Total length of the zoea I of the three examined species of Periclimenes*  
( $n$  = number of specimens examined; D.s. = standard deviation).

| Specie                | $n$ | Media [mm] | D. s. | Min [mm] | Max [mm] |
|-----------------------|-----|------------|-------|----------|----------|
| <i>P. amethysteus</i> | 10  | 2,07       | 0,15  | 1,84     | 2,32     |
| <i>P. s. aegylios</i> | 10  | 2,01       | 0,12  | 1,84     | 2,20     |
| <i>P. scriptus</i>    | 10  | 2,00       | 0,12  | 1,80     | 2,16     |

La maggior parte delle caratteristiche morfologiche della zoea I appaiono essere comuni alle tre specie. Differenze specifiche sono rilevabili a carico della segmentazione apicale della lamina antennale (A2), dell'incisura distale della *pars secans* della mandibola destra e del numero di setole sull'esopodite dei massillipedi 1-3 (mxp) (Tab. 2) (Fig. 1).

Tab. 2 - Differenze morfologiche tra le zoea I delle tre specie di *Periclimenes* (A2 = antenna; mxp = massillipedi).

*Morphological differences among the zoeae I of the three species of Periclimenes*  
(A2 = antenna; mxp = maxillipeds).

| Specie                | Segmenti su lamina A2 | Incisura distale su <i>pars secans</i> | Setole lungo esopodite mxp1 | Setole lungo esodite mxp2 | Setole lungo esopodite mxp3 |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>P. amethysteus</i> | 4                     | presente                               | 4                           | 1                         | 0                           |
| <i>P. s. aegylios</i> | 5                     | assente                                | 0                           | 2                         | 1                           |
| <i>P. scriptus</i>    | 3                     | assente                                | 1                           | 1                         | 2                           |

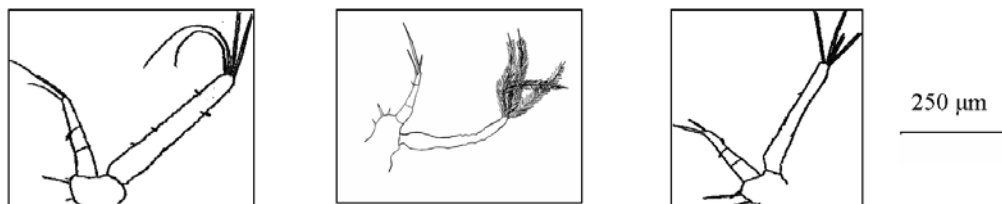


Fig. 1 - Numero di setole sul mxp 1 rispettivamente di *P. amethysteus* (4), *P. s. aegylios* (0), *P. scriptus* (1).

*Number of setae on exopodite of maxilliped 1 in P. amethysteus (4), P. s. aegylios (0), P. scriptus (1).*

## Conclusioni

La scarsa entità delle differenze riscontrate ben si accorda con quanto rilevato da Clark (1983) circa la possibile corrispondenza morfologica delle zoeae I di specie congeneriche.

La lunghezza non sembra essere un buon carattere discriminante fra le zoeae I delle tre specie considerate, mentre altre caratteristiche rilevate permettono di operare la distinzione e di proporre una chiave di riconoscimento che include anche la già descritta *P. calmani*:

1. -lamina A2 priva di linea mediana; 4 setole piumose sullo scafognatite della mascella ..... *P. calmani*  
 -lamina A2 con linea mediana; 5 setole piumose sullo scafognatite della mascella ..... 2
2. -più di 3 setole lungo l'esopodite di mxp 1; incisura profonda alla base della *pars secans* ..... *P. amethysteus*  
 -meno di 3 setole lungo l'esopodite di mxp 1; assenza di incisura alla base della *pars secans* ..... 3
3. -lamina A2 con 5 segmenti distali ..... *P. s. aegylios*  
 -lamina A2 con 3 segmenti distali ..... *P. scriptus*

## Bibliografia

- BARNICH R. (1996) - *The larvae of the Crustacea Decapoda (excl. Brachyura) in the plankton of the French Mediterranean coast (Identification keys and systematic review)*. Cuvillier Verlag, Göttingen: 189 pp.
- BOURDILLON-CASANOVA L. (1960) - Le méroplancton du golfe de Marseille. Les larves de Crustacés Décapodes. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, **30**: 1-286.
- CLARK P.F. (1983) - The larval and first crab stages of three *Inachus* sp. (Crustacea: Decapoda: Majidae); a morphological and statistical analysis. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) (Zool.)*, **44** (2): 179-190.
- GURNEY R. (1924) - Report on the larvae of the crustacean Decapoda. Cambridge expedition to the Suez Canal, 1924. *Trans. Zool. Soc. London*, **22**: 231-286.
- KOUKOURAS A., TURKAY M. (1996) - A new species of *Periclimenes* from the Aegean Sea (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Senckenbergiana biologica*, **76** (1-2): 135-143.
- KURIAN C.V. (1956) - Larvae of Decapod Crustacea from the Adriatic sea. *Acta Adriatica*, **6**: 1-108.

C. CAROPPO, A. FIOCCA\*

Istituto Ambiente Marino Costiero – CNR, Sezione di Taranto, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.

\*Di.S.Te.B.A., Università di Lecce, Italia.

## DINAMICA E BIODIVERSITÀ DELLE COMUNITÀ MICROFITOPLANCTONICHE NEL GOLFO DI TARANTO (MAR IONIO)

### *DYNAMICS AND BIODIVERSITY OF THE MICROPHYTOPLANKTONIC ASSEMBLAGES IN THE GULF OF TARANTO (IONIAN SEA)*

#### **Abstract**

*Two sites characterized by a gradient of anthropogenic contamination were chosen (Bosco Marziotta and Porto Cesareo) to study the microphytoplanktonic dynamics and biodiversity in the Gulf of Taranto. Our results indicate that microphytoplanktonic densities and species composition are different in the two studied sites suggesting that eutrophic conditions and contamination levels might alter the communities physiognomy.*

**Key-words:** *biodiversity, dynamics, phytoplankton, Ionian Sea.*

#### **Introduzione**

Le aree marine costiere sono caratterizzate da un'elevata variabilità delle caratteristiche idrologiche legata anche agli input di natura alloctona. Tale variabilità, influenzando la disponibilità della luce e dei nutrienti, condiziona l'evoluzione e la biodiversità delle comunità fitoplanctoniche. In particolare, negli ecosistemi costieri la comunità è caratterizzata dalla dominanza delle specie di maggiori dimensioni o microfitoplanctoniche (dimensioni cellulari: 20-200  $\mu\text{m}$ ), che prevalgono sulla frazione pico- e nanofitoplanctonica grazie alla loro efficiente capacità di assimilazione dei nutrienti in condizioni di maggiore disponibilità (Fenchel, 1988; Raven, 1986).

Obiettivo di questo studio è valutare e confrontare la dinamica e la biodiversità del microfitoplancton in ecosistemi costieri a diverso impatto antropico: Porto Cesareo e Bosco Marziotta. L'area costiera di Bosco Marziotta, caratterizzata dalla presenza del fiume Lenne e dei suoi affluenti, risente oltre che dell'inquinamento di tipo urbano, per effetto delle correnti, anche di quello industriale della adiacente città di Taranto (ex Belleli, ILVA, raffineria AGIP, cementificio). Porto Cesareo è da considerarsi invece, un esempio di ecosistema oligotrofico e, per le peculiari caratteristiche ecologiche, è attualmente sede di un'area marina protetta.

#### **Materiali e metodi**

I campionamenti per l'analisi del microfitoplancton sono stati effettuati per un anno, con cadenza mensile (giugno 2001 - maggio 2002) nei transetti di Bosco Marziotta (TA) e Porto Cesareo (LE). In ciascun transetto, per studiare l'effetto di diluizione degli input costieri di natura antropica, sono state scelte due stazioni a 500 m ed a 3000 m di distanza dalla costa. I campioni, raccolti in superficie, sono stati immediatamente fissati con formalina al 2% neutralizzata con carbonato di

sodio. La densità è stata determinata utilizzando un microscopio rovesciato a contrasto di fase (Labovet FS Leitz), seguendo il metodo di Zingone *et al.* (1990). Per l'identificazione delle specie, i principali testi tassonomici utilizzati sono stati quelli indicati in Caroppo *et al.* (1999). L'analisi della diversità della comunità è stata calcolata mediante l'applicazione dell'indice  $H'$  di Shannon-Weaver (1949).

## Risultati

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza differenze relative sia alle densità cellulari sia alla composizione specifica della comunità. In particolare, le densità annuali medie più elevate sono state riscontrate nella stazione più costiera di Bosco Marziotta ( $117,4 \pm 213,8$  cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>), inoltre valori particolarmente più elevati sono stati riscontrati sia nel periodo estivo (settembre: 67,9 cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>) sia in quello invernale (marzo: 723,4 cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>) (Fig. 1). Nelle altre tre stazioni l'andamento delle densità microfitoplanctoniche è risultato piuttosto stabile nel corso dell'anno con valori medi confrontabili (Bosco Marziotta 3000 m:  $17,6 \pm 9,1$  cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>; Porto Cesareo 500 m:  $12,4 \pm 5,0$  cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>; Porto Cesareo 3000 m:  $12,8 \pm 6,8$  cellule  $\times 10^3$  l<sup>-1</sup>).

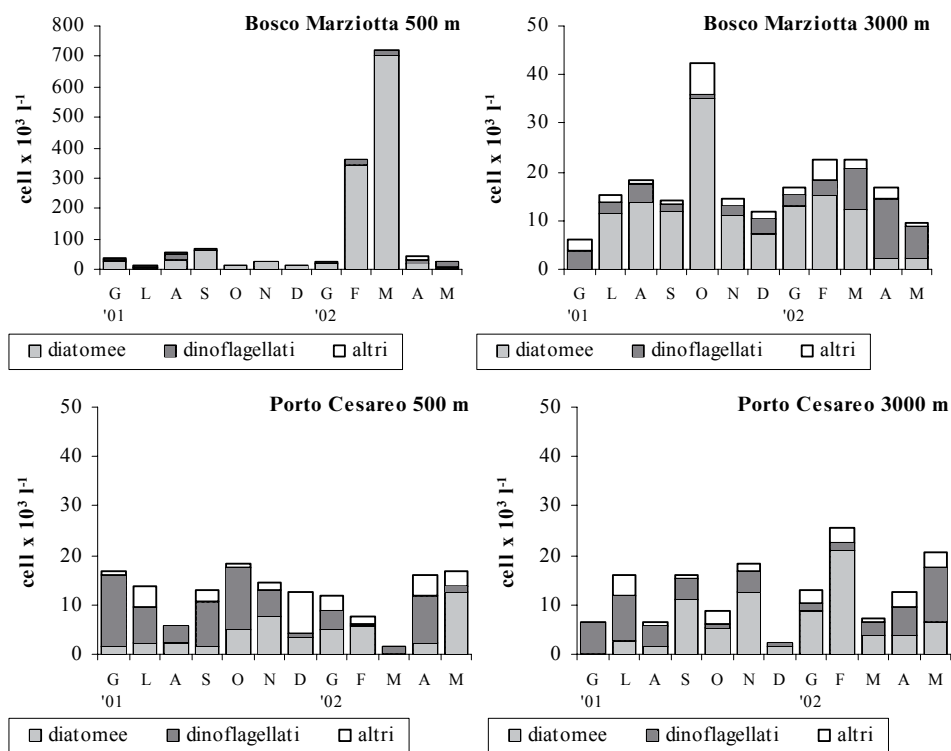


Fig. 1 - Andamento temporale della densità microfitoplanctonica nei transetti di Bosco Marziotta e Porto Cesareo.

*Temporal trend of the microphytoplankton densities at the Bosco Marziotta and Porto Cesareo transects.*



Per quanto riguarda la composizione specifica, a Bosco Marziotta sono risultate prevalenti le diatomee ( $62,6 \pm 27,1\%$ ) mentre a Porto Cesareo i dinoflagellati ( $44,2 \pm 29,3\%$ ) e gli “altri” ( $16,2 \pm 15,1$ ), rappresentati prevalentemente da coccolitoforidi e fitoflagellati.

L'andamento dell'indice di diversità di Shannon-Weaver (Fig. 2) ha evidenziato un'evoluzione temporale diversa nei due siti indagati anche se con valori medi dell'indice confrontabili (Bosco Marziotta: 500 m  $H' = 3,05 \pm 0,77$ ; 3000 m:  $H' = 2,94 \pm 0,62$ ; Porto Cesareo: 500 m:  $H' = 2,73 \pm 0,77$ ; 3000 m:  $H' = 3,08 \pm 0,44$ ). In particolare, è stata osservata una riduzione dei valori nel periodo tardo-invernale, particolarmente accentuata a marzo nelle stazioni a 500 m di Bosco Marziotta e Porto Cesareo. Nel primo caso tale riduzione è stata determinata dalla fioritura di *Pseudo-nitzschia* spp., che ha rappresentato il 97% del microfitoplancton, nel secondo caso dalla sola presenza di *Gymnodinium* spp. nell'ambito dell'intera comunità considerata. Per il resto dell'anno i valori sono apparsi sostanzialmente stabili con sporadiche riduzioni del valore dell'indice soprattutto nelle stazioni più costiere.

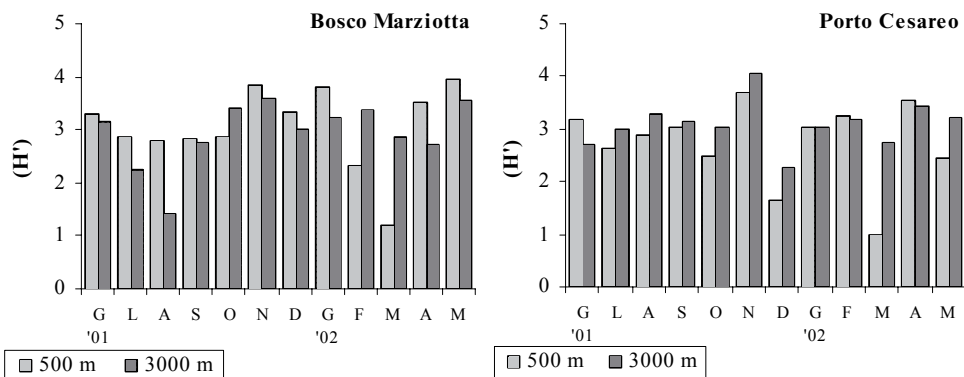


Fig. 2 - Andamento temporale dell'indice di Shannon-Weaver ( $H'$ ) nei transetti di Bosco Marziotta e Porto Cesareo.

*Temporal trend of the Shannon-Weaver index ( $H'$ ) at the Bosco Marziotta and Porto Cesareo transects.*

## Conclusioni

I risultati ottenuti nel corso di quest'indagine hanno sottolineato l'elevata variabilità degli ecosistemi costieri e l'effetto dell'impatto antropico su tali ambienti. Infatti, la comunità microfitoplanctonica nella stazione a 500 m dalla costa di Bosco Marziotta, maggiormente esposta agli input di natura alloctona, si è discostata dalle altre sia in termini di densità cellulari che di biodiversità. In particolare, le differenze riscontrate hanno riguardato sostanzialmente la fioritura delle diatomee appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia* che ha caratterizzato questa stazione nei mesi di febbraio e marzo. Un'indagine completa sulle caratteristiche chimico-fisiche dell'area di studio si rende necessaria al fine di indagare sulle

possibili cause di tale fioritura che è stata riscontrata nello stesso periodo anche nel Mar Piccolo di Taranto, tipico esempio di ecosistema altamente antropizzato (Caroppo, dati non pubblicati). Inoltre, tenendo conto che, nell'ambito del genere *Pseudo-nitzschia* vi sono specie potenzialmente produttrici di tossine, si rendono necessarie ulteriori analisi tassonomiche e/o tossicologiche per caratterizzare tali specie che, soprattutto nelle aree costiere deputate ad attività di acquacoltura, rappresentano un concreto pericolo per la salute umana.

### Bibliografia

- CAROPPO C., FIOCCA A., SAMMARCO P., MAGAZZÙ G. (1999) - Seasonal variations of nutrients and phytoplankton in the coastal SW Adriatic Sea (1995-1997). *Botanica Marina*, **42** (4): 389-400.
- FENCHEL T. (1988) - Marine plankton food chains. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **19**: 19-38.
- RAVEN J.A. (1986) - Physiological consequences of extremely small size for autotrophic organism in the sea. In: Platt T., Li W.K. (eds), *Photosynthetic picoplankton*. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci., **214**: 1-70.
- SHANNON C.E., WEAVER G. (1949) - *The Mathematical Theory of Communication*. III University of Illinois Press, Urbana Chicago: 125 pp.
- ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. *Nova Thalassia*, **11**: 183-198.

M. DE DOMENICO, M. DE LUCA, L. GIULIANO\*, D. GUADAGNO,  
A. LO GIUDICE, M. LEONARDI\*, S. SCARFÌ, E. DE DOMENICO

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

edd@unime.it

\*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - C.N.R., Sezione Talassografico,  
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

laura.giuliano@iamc.cnr.it

## ULTERIORI INDAGINI SULLA DISTRIBUZIONE DI BATTERI LUMINOSI IN ACQUE PELAGICHE DEL MARE IONIO (MAR MEDITERRANEO)

### *FURTHER RESEARCH ON LUMINESCENT BACTERIA DISTRIBUTION IN PELAGIC WATERS OF IONIAN SEA (MEDITERRANEAN SEA)*

#### **Abstract**

*From Cape Cimiti and from Point Stilo quantitative and qualitative luminescent bacteria distribution was examined along two transects in Ionian Sea, during February 2004. Bacterial plate counts were carried out in Marine Agar medium and in Sea Water Complete medium. Isolates were identified by API 20 NE system and by classical identification pathways. Besides, a taxonomic characterization by molecular analyses (DNA extraction, 16S rDNA amplification and sequencing), was carried out.*

**Key-words:** microbiological analysis, bacteria, luminescence, distribution, Ionian Sea.

#### **Introduzione**

Nell'ambito dello studio pluriennale condotto sulla distribuzione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Mediterraneo, in tempi recenti è stata rivolta particolare attenzione alla distribuzione quantitativa e qualitativa dei batteri luminosi da cui sembrano emergere interessanti considerazioni. Le indagini sulla componente luminosa della flora microbica marina coltivabile, svolte in precedenza, nel Mar Ionio meridionale durante l'autunno 2000, l'estate 2001 e la primavera 2002 (De Domenico M. *et al.*, 2002), sono state estese anche al Mar Tirreno meridionale (primavera 2003) ed al Mare Ionio settentrionale (inverno 2004), cui in particolare si riferisce la presente nota.

I batteri luminosi, ubiquitari nell'ambiente marino, sono tipicamente eterotrofi, gram negativi, appartenenti ai generi *Vibrio*, *Photobacterium* e *Alteromonas* (Baumann e Schubert, 1989). Come è noto (Nealson e Woodland Hastings, 1991; Farmer III, 1991; Farmer III e Hickman-Brenner, 1991; Madden e Lidesten, 2001), questi batteri vengono trovati in una varietà di forme di associazione con altri organismi marini (commensalismo, saprofitismo, parassitismo, fino alla patogenicità), ma anche in forme free-living, il cui ruolo ecologico non è stato ancora studiato estesamente (Ruby e Nealson, 1978; Lapota *et al.*, 1989), soprattutto in ambiente pelagico ove si possono verificare molte sovrapposizioni fra forme "associate" e "free-living".

## Materiali e metodi

I campionamenti d'acqua sono stati eseguiti, a bordo della N/O URANIA, nel febbraio 2004 lungo due transetti (costa-largo) aventi origine da Capo Cimiti (TN) e da Punta Stilo (TS), fino ad una distanza di 75 miglia verso SE (Fig. 1). In funzione dell'andamento batimetrico, in ciascuna stazione sono state esaminate le quote di 5, 30, 50, 100m nello strato eufotico, procedendo ogni 100m fino alla quota di 1000m, ogni 200m fino a 2200m ed ogni 300m fino al fondo (max 3100m). Nelle 13 stazioni esaminate (7 per il transetto TN e 6 per il transetto TS) sono stati eseguiti profili CTDO-Fl e campionamenti con bottiglie Niskin montate su apparato Rosette; il sistema CTD-Rosette utilizzato era composto da una sonda SeaBird 9/11 plus ed una Rosette SeaBird allestita con 24 bottiglie Niskin da 10 litri.

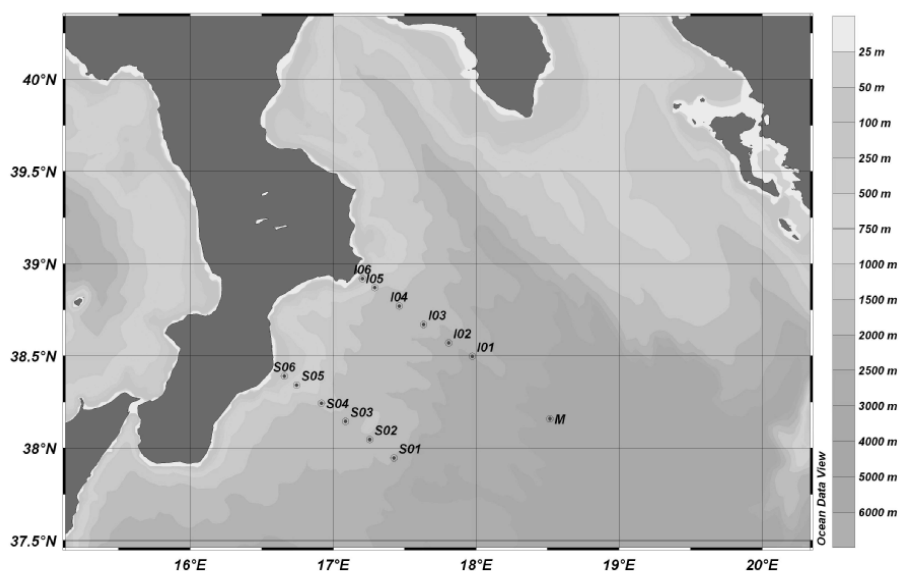


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni di prelievo.  
*Sampling stations distribution.*

In ogni campione d'acqua è stata quantificata la presenza sia di batteri vitali (CV) mediante conte sul classico terreno Marine Agar (spread plate), sia di batteri luminosi (BL) sul terreno Sea Water Complete (filtri 0,45  $\mu$ m).

Sui 68 ceppi luminosi, isolati già a bordo, 25 sono cresciuti in condizioni di laboratorio e sono stati sottoposti a specifici test morfo-fisiologici (gram, motilità, ossidasi, catalasi) e biochimici (API 20NE), secondo le metodologie già riportate in precedenza (De Domenico M. *et al.*, 1996, 2002); inoltre sono state effettuate successive analisi molecolari (estrazione del DNA, amplificazione del 16S rDNA, sequenziamento) per la caratterizzazione tassonomica (Giuliano *et al.*, 1999).

## Risultati

La distribuzione dei batteri luminosi (BL) ha evidenziato valori tra 0 e 6 e tra 0 e 10 CFU/100ml, rispettivamente lungo il transetto TS (Fig. 2b) ed il transetto TN (Fig. 2a). L'esame dei risultati ottenuti nelle 13 stazioni (189 campioni relativi alle quote riportate nella Fig. 2, su un totale di 227 campioni esaminati) mostra che in acque propriamente pelagiche i BL presentano una distribuzione discontinua lungo la colonna d'acqua, localizzata principalmente nello strato 600-1200m, con sporadiche presenze tra 100 e 400m. In prossimità della costa i BL sono stati rilevati nello strato 100-300m ed anche a 5m (St. I 06).

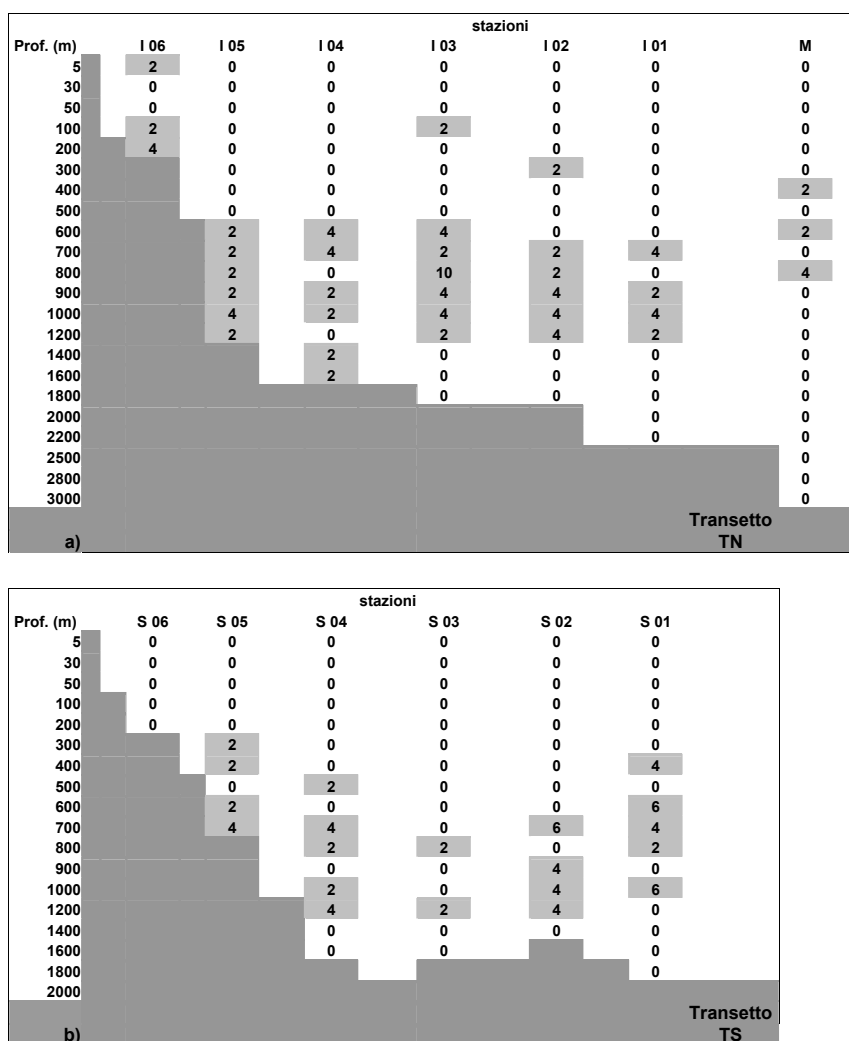


Fig. 2 - Distribuzione dei batteri luminosi alle diverse quote campionate nei due transetti: a) TN; b) TS.

*Luminescent bacteria distribution along the examined transects: a) TN; b) TS.*

Questo andamento della distribuzione, differente tra acque pelagiche e costiere e con i batteri luminosi localizzati solo a talune quote della colonna d'acqua, è stato già riscontrato nel Mar Ionio meridionale (De Domenico M. *et al.*, 2002) e merita ulteriori approfondimenti. Le conte microbiche vitali (CV) sono rimaste comprese tra 10 e 1110 e tra 0 e 4460 CFU/ml, rispettivamente lungo il transetto TS ed il transetto TN; come già osservato in precedenti indagini (De Domenico M. *et al.*, 1996), si è riscontrato un sensibile incremento delle CFU nello strato compreso tra 900 e 1400 m.

Tutti i ceppi analizzati (isolati su terreno SWC) presentavano luminescenza, motilità e risultavano ossidasi positivi e catalasi negativi.

La distribuzione percentuale dei ceppi caratterizzati con i test fisiologici e biochimici (Fig. 3) evidenzia la presenza, oltre che degli attesi *Photobacterium* (16%) e *Vibrio* (4%), anche di *Listonella* (32%) e *Pasteurella* (8%). La collocazione sistematica di *Listonella* e *Pasteurella* è tuttora oggetto di discussione. Infatti, dopo la descrizione del *Photobacterium damsela* come *Vibrio damsela* esso è stato riclassificato quale membro del genere *Listonella* (McDonell e Colwell, 1985) e successivamente è stato trasferito al genere *Photobacterium* sulla base di dati fenotipici (Smith *et al.*, 1991) con l'ulteriore supporto delle analisi biomolecolari di Ruimy *et al.* (1994). *Pasteurella piscicida*, patogeno di numerosi pesci, in accordo con le analisi filogenetiche, è stato classificato come *Photobacterium damsela* (Gauthier *et al.*, 2000).

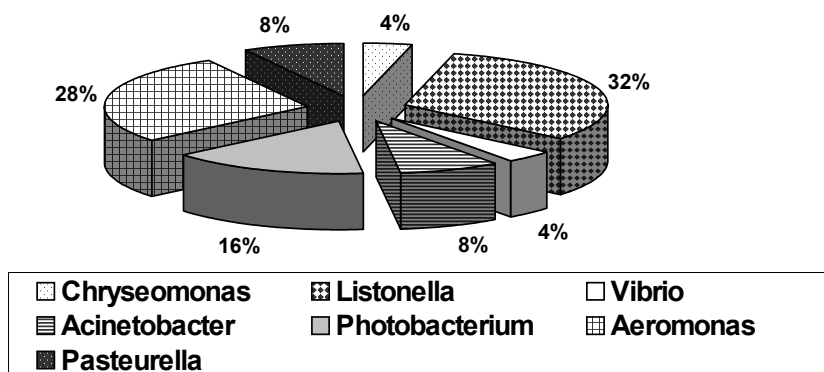


Fig. 3 - Composizione percentuale dei generi identificati tramite test API20 NE.  
Percentage classes of main identified genera by API20 NE technique.

I primi risultati del sequenziamento mettono, invece, in evidenza la presenza di ceppi tutti affiliati a generi luminescenti: l'82% dei ceppi analizzati risultava essere affiliato filogeneticamente al genere *Photobacterium*, il 9% al genere *Alteromonas*, ed il 9% al genere *Vibrio* (Fig. 4).

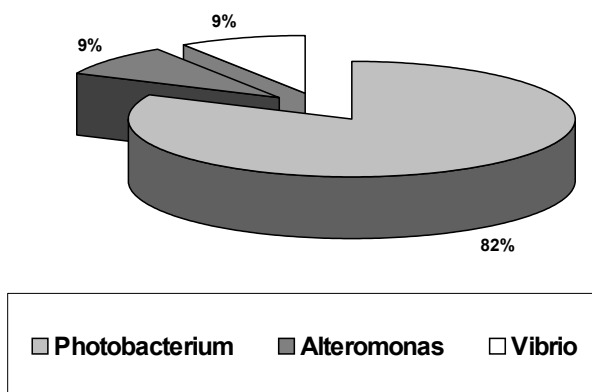


Fig. 4 - Composizione percentuale dei generi identificati tramite sequenziamento del 16S rDNA.

*Percentage classes of main identified genera by 16S rDNA.*

## Conclusioni

Anche se i risultati ottenuti sono ancora in corso di analisi e di elaborazione, principalmente per la parte delle relazioni con l'idrologia dell'area studiata, è possibile formulare comunque talune considerazioni.

Viene messo in evidenza, ancora una volta, come non sia possibile ottenere informazioni tassonomiche univoche utilizzando soltanto le indicazioni fornite dai test fisiologici e biochimici; ai fini della valutazione delle affinità filogenetiche risulta pertanto necessario l'impiego di tecniche di analisi del 16S rDNA.

È possibile estendere a tutto il bacino ionico lo schema di distribuzione dei batteri luminosi in funzione della profondità e della distanza dalla costa precedentemente ipotizzato per il Mar Ionio meridionale, sottolineando che tale tematica merita di essere approfondita al fine di provare eventuali relazioni con la distribuzione della sostanza organica o con la distribuzione delle masse d'acqua. Viene confermato che intorno ai 1000m di profondità, presumibilmente in corrispondenza dell'inizio dello strato di acque profonde, si riscontra un sensibile incremento delle conte microbiche vitali su Marine Agar.

Con l'aumento delle conoscenze sulla distribuzione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Mediterraneo potrebbe essere disponibile un marker sensibile per una migliore interpretazione dei fenomeni idrologici (Malanotte-Rizzoli *et al.*, 1997; Manca *et al.*, 2001) che negli ultimi anni stanno interessando il Mediterraneo Orientale. Un programma di ricerca molto articolato che entro breve tempo esaminerà la distribuzione delle comunità microbiche lungo la rotta Cipro-Gibilterra potrà fornire una migliore chiave di lettura dei dati fino ad oggi ottenuti in Mar Mediterraneo.

## Bibliografia

BAUMANN P., SCHUBERT R.H.W. (1989) - Vibrionaceae. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 1: 516-545.

- DE DOMENICO M., GIULIANO L., CORTESE G., DE DOMENICO E. (1996) - Distribuzione delle comunità microbiche in relazione con le caratteristiche idrologiche in acque pelagiche del Canale di Sardegna. In: G. Albertelli, A. De Maio, M. Piccazzo (eds), *Atti 11° Congresso Ass. Ital. Oceanol. Limnol.*, Sorrento, 26-28 ottobre 1994: 363-372.
- DE DOMENICO M., SCARFI S., LEONARDI M., RAFFA F., DE DOMENICO E. (2002) - Variazione temporale delle comunità microbiche in un sito pelagico al largo di Capo Passero (Mare Ionio meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 994-997.
- FARMER III J.J. (1991) - The Family Vibrionaceae. In: A. Balows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, K.-H. Schleifer (eds), *The Prokariotes*, **3**: 2938-3011.
- FARMER III J.J., HICKMAN-BRENNER F.W. (1991) - The Genera *Vibrio* and *Photobacterium*. In: A. Balows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, K.-H. Schleifer (eds), *The Prokariotes*, **3**: 2984-3011.
- GIULIANO L., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., HOFLE M.G., YAKIMOV M.M. (1999) - Identification of the most abundant oligotrophic bacteria within naturally occurring marine bacterioplankton communities of the Ligurian sea by 16S rRNA sequencing and probing. *Microb. Ecol.*, **37**: 77-85.
- LAPOTA D., GEIGER M.L., STIFFEY A.V., ROSENBERGER D.E., YOUNG D.K. (1989) - Correlation of planktonic bioluminescence with other oceanographic parameters from a Norwegian fjord. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **55**: 217-227.
- MADDEN D., LIDESTEN B.M. (2001) - Bacterial illumination - Culturing luminous bacteria. *Bioscience explained*, **1** (1): 1-8.
- MALANOTTE-RIZZOLI P., MANCA B.B., RIBERA D'ALCALA M., THEOCHARIS A., BERGAMASCO A., BREGANT D., BUDILLON G., CIVITARESE G., GERGOPOULOS D., MICHELATO A., SANSONE E., SCARAZZATO P., SOUVERMEZOGLOU E. (1997) - A synthesis of the Ionian Sea hydrography, circulation and water mass pathways during POEM-Phase I. *Progress in Oceanography*, **39**: 153-204.
- MANCA B., URSELLA L., SCARAZZATO P. (2001) - New development of Eastern Mediterranean circulation based on hydrological observations and current measurements. *Marine Ecology (PSZN)*, **23** (Suppl.): 237-257.
- NEALSON K.H., WOODLAND HASTINGS J. (1991) - The Luminous Bacteria. In: A. Balows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, K.-H. Schleifer (eds), *The Prokariotes*, **1**: 625-639.
- RUBY E.G., NEALSON K.H. (1978) - Seasonal changes in the species composition of luminous bacteria in nearshore seawater. *Limnol. Oceanogr.*, **23** (3): 530-533.

Ricerca svolta con finanziamenti dell'Università di Messina (PRA 2003) e del programma MIUR-FIRB "Biodiversità ed organizzazione delle comunità in differenti contesti ambientali" (U.O. n°8: Comunità microbiche e masse d'acqua in Mar Mediterraneo).



C. INGARAO, M. ERCOLESSI<sup>1</sup>, M. ROCCHI<sup>2</sup>, A. PENNA

Centro di Biologia Ambientale, Università di Urbino, Viale Trieste, 296 – 61100 Pesaro, Italia.

<sup>1</sup>Dip. ARPAM, Pesaro, Italia.

<sup>2</sup>Istituto di Biomatematica, Università di Urbino, Loc. Crocicchia - 61029 Urbino, Italia.

## MONITORAGGIO SPAZIO-TEMPORALE DI FITOPLANKTON POTENZIALMENTE TOSSICO IN UN'AREA DELLA COSTA MARCHIGIANA: CORRELAZIONI CON I PARAMETRI CHIMICO-FISICI E BIOLOGICI DELLE ACQUE

### *SPACE-TEMPORAL MONITORING OF HAB POPULATIONS ALONG AN AREA OF NW ADRIATIC COAST: CORRELATIONS WITH CHEMICAL-PHYSICAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS*

#### **Abstract**

*HAB composition and succession were correlated with meteorological, chemical-physical and eutrophic factors. Four stations (A, B, C and D) were sampled monthly, from November 2001 to November 2002. The HAB genera contribution was of 10% respect to the total phytoplankton genera. Toxic species were more abundant with high TRIX values ( $6,59 \pm 1,38$ ), with low values of salinity in the halocline ( $p=0,075$ ); the orthophosphate content ( $P-PO_4$ ) resulted the limitant factor for the toxic cell density ( $p=0,006$ ).*

**Key-words:** *biological poisons, correlation, eutrophication, phytoplankton.*

#### **Introduzione**

Le fioriture di alghe tossiche o HABs (Harmful Algal Blooms) sono eventi che si manifestano lungo le acque costiere. Le specie appartenenti al genere *Dinophysis* (Dinoflagellati) sono responsabili della sindrome DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) e la loro presenza è stata spesso rilevata nelle aree costiere del fiume Po e nel golfo di Trieste (Sidari *et al.*, 1998). Altre potenziali specie tossiche presenti nel Nord Adriatico sono *Alexandrium minutum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Prorocentrum reticulatum* tra le dinoficee e *Pseudo-nitzschia* tra le diatomee. La prima abbondante presenza di *A. minutum* nelle acque adriatiche si verificò nel maggio del 1990 (Honsell *et al.*, 1993), quella di *L. polyedrum*, associata alla produzione di homo-yessotossina (homo-YTX), nel 1975 (Ciminiello *et al.*, 1997; Tubaro *et al.*, 1998), mentre la comparsa di *P. reticulatum*, responsabile della produzione di yessotossina (YTX), risale all'estate del 1997 lungo la costa dell'Emilia-Romagna (Boni *et al.*, 2000). Nel Mar Adriatico, non si sono verificati sinora fenomeni di intossicazione da ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) prodotta da alcune specie appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia*, non meglio identificate a livello specifico in quanto la determinazione risulta piuttosto complessa con la metodica utilizzata.

#### **Materiali e metodi**

Le stazioni di monitoraggio sono state localizzate attraverso l'uso del GPS nei seguenti punti: Stazione A (lat. 43°55'696N; long. 12°54'069E); Stazione B (lat. 43°56'179N; long. 12°55'163E); Stazione C (lat. 43°56'011N, long. 12°50'760E);

Stazione D (lat. 43°58'315N, long. 12°50'965E). Al momento del prelievo dei campioni venivano valutate le condizioni meteorologiche e individuate le condizioni chimico-fisiche delle acque mediante l'uso di una sonda multiparametrica (temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto sia in percentuale di saturazione che in mg/L, salinità e pH). Per ogni stazione sono stati effettuati due prelievi di acqua di mare mediante l'uso del retino da fitoplancton, uno lungo la colonna d'acqua, l'altro in superficie; successivamente i campioni venivano fissati in formalina al 2% (Zingone *et al.*, 1990). I campioni di retinate sia lungo la colonna d'acqua che in superficie venivano osservati sull'intero pozzetto. I campioni di retinate lungo la colonna d'acqua erano utilizzati per il conteggio solo di fitoplancton potenzialmente tossico (volume sedimentato 2 ml), mentre quelli di retinate superficiali venivano analizzati solo per l'identificazione qualitativa dei taxa potenzialmente tossici presenti. Sono stati inoltre prelevati, per ogni stazione, campioni di acqua senza l'uso del retino per lo studio del fitoplancton totale (conta mediante metodo di Utermöhl) e per le analisi dei nutrienti (nitriti, nitrati, ammoniaca, silicati, ortofosfati e fostati totali). Tutte le analisi dei nutrienti sono state effettuate secondo le metodiche standards (Parson *et al.*, 1984). L'indice TRIX è stato calcolato come indicato da Vollenweider *et al.* (1998) e dal D.Lgs n°152 dell'11 maggio 1999.

Inoltre è stato applicato un modello di regressione lineare multipla, la cui significatività è stata calcolata mediante ANOVA, con lo scopo di poter conoscere le relazioni presenti tra la dimensione della popolazione algale potenzialmente tossica e i parametri chimico-fisici. Infine, è stata applicata un'analisi della varianza per individuare le possibili ed ipotetiche differenze tra i quattro siti di campionamento. I livelli di significatività sono stati fissati in  $\alpha=0,05$ . Tutte le analisi statistiche sono state effettuate mediante l'uso del software SPSS 9.0.

## Risultati

In questo lavoro sono riportati i soli risultati dei generi potenzialmente tossici più rappresentativi in quanto le altre specie potenzialmente tossiche maggiormente presenti in Adriatico non sono risultate significative. I generi potenzialmente tossici presenti in maggior abbondanza sono stati *Pseudo-nitzschia* e *Dinophysis* (Fig. 1). Il genere *Pseudo-nitzschia* si è presentato tutto l'anno con fenomeni di fioriture soprattutto nel mese di settembre (concentrazione massima di 2170 cellule/mL) mentre il genere *Dinophysis* si è presentato maggiormente in giugno (concentrazione massima di 6 cellule/mL). Il legame tra gli indici trofici quali, l'indice TRIX, l'azoto totale (somma di  $\text{N-NO}_2$ ,  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{N-NH}_3$ ), il fosforo ortofosfato, e le abbondanze dei generi potenzialmente tossici (separate rispettivamente in ASP: *Pseudo-nitzschia* spp. e DSP: *Dinophysis* spp.) è stato valutato mediante un'analisi di regressione lineare multipla. Inoltre, le densità algali potenzialmente tossiche sono state correlate con gli andamenti della salinità e temperatura rispettivamente nell'alocline e nel termocline. Il trend annuale del TRIX ha presentato valori di scarsa qualità delle acque (valori tra 6-8) e, in corrispondenza dei valori più alti di TRIX, si è verificata un'alta abbondanza di alghe potenzialmente tossiche soprattutto nei mesi di febbraio e maggio (Fig. 1A). L'alto contenuto di azoto totale si è verificato solo in febbraio (70,37  $\mu\text{M}$ ) quando si è presentata una fioritura non tossica di diatomee che conteneva un'alta concentrazione cellulare del

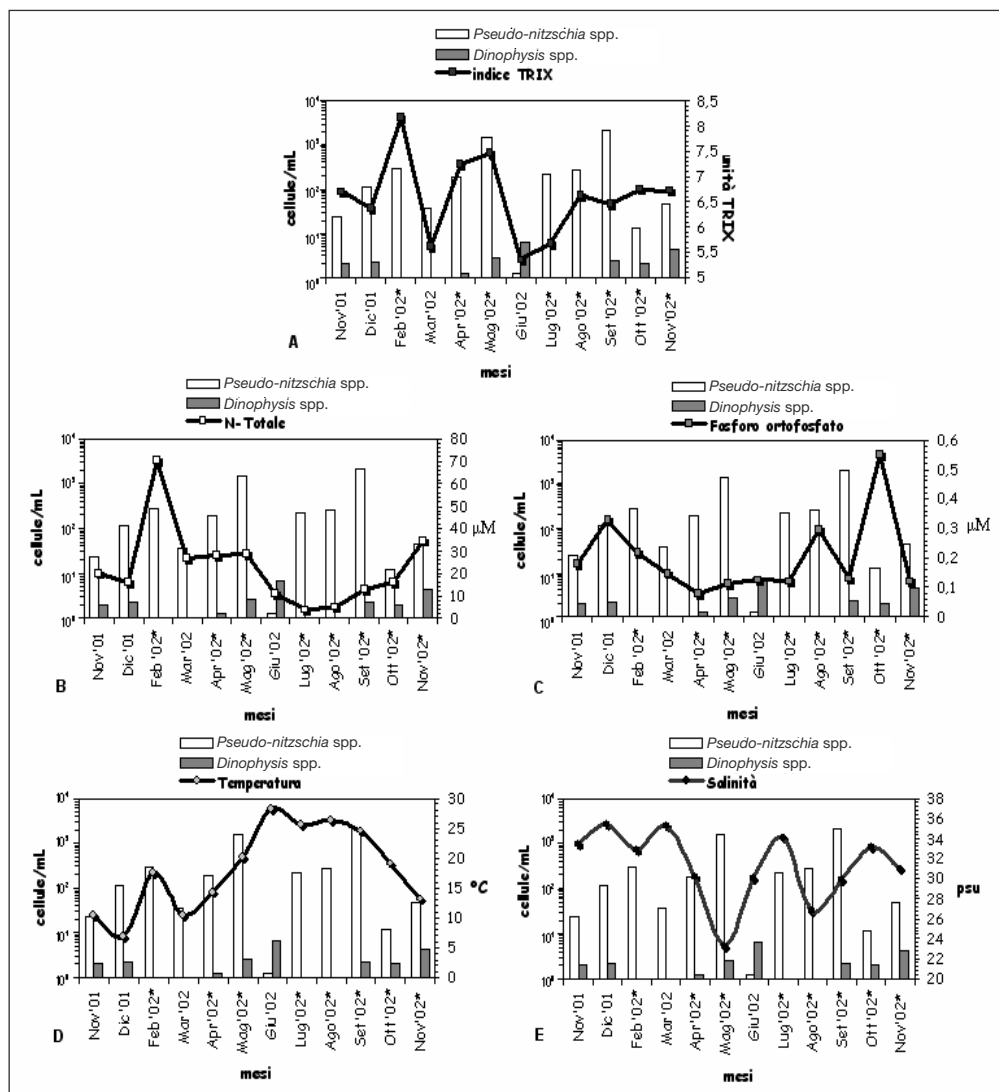


Fig. 1 - Confronto tra l'andamento annuale delle concentrazioni di fitoplancton potenzialmente tossico (separato in produttori di ASP: *Pseudo-nitzschia* spp. e produttori di DSP: *Dinophysis* spp. e ottenuto da campioni di retinate lungo la colonna d'acqua) e gli andamenti dei seguenti parametri: indice TRIX (A); azoto totale ( $N-NO_2 + N-NO_3 + N-NH_3$ ) (B); fosforo ortofosfato (C); temperatura a metà colonna d'acqua (D); salinità a metà colonna d'acqua (E). Tali parametri, insieme alle abbondanze di popolazioni HAB, sono stati calcolati sulle medie mensili delle 4 stazioni di monitoraggio.

Relationship between the annual trend of potential toxic phytoplankton (obtained from net samples and separated in ASP toxin producers: *Pseudo-nitzschia* spp. and DSP toxin producers: *Dinophysis* spp.) and following parameters: TRIX values (A); total nitrogen ( $N-NO_2 + N-NO_3 + N-NH_3$ ) (B); phosphorus orthophosphate (C); temperature in the middle of the water column (D); salinity in the middle of the water column (E). Such parameters, as well as the abundances of HAB populations, have been calculated on the monthly averages of the 4 monitored stations.

genere *Pseudo-nitzschia* (290 cellule/mL) (Fig. 1B). Il trend dell'ortofosfato si è presentato inversamente proporzionale all'abbondanza di alghe potenzialmente tossiche nelle acque ad eccezione del mese di agosto 2002 in cui si è verificata una corrispondenza tra un alto valore dell'ortofosfato (0,29  $\mu\text{M}$ ) e la concentrazione cellulare delle specie appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia* (265 cellule/mL) (Fig. 1C). L'andamento della temperatura dell'acqua ha mostrato un'unica correlazione significativa con l'abbondanza di alghe potenzialmente tossiche nel mese di luglio ( $p < 0,01$ ) (Fig. 1D). Un alto contenuto di cellule potenzialmente tossiche si è presentato in condizioni di bassi valori di salinità in corrispondenza dell'alocline soprattutto nei mesi di maggio ed agosto (Fig. 1E).

## Conclusioni

In questo lavoro e per la prima volta, un tratto della costa marchigiana è stato considerato come modello di studio delle dinamiche di popolazioni HAB. Le popolazioni algali potenzialmente tossiche sono state correlate con i parametri chimico-fisici delle acque. L'applicazione del retino da fitoplancton nei metodi di campionamento lungo questo tratto di costa marchigiana, non era mai stata effettuata in passato in maniera così periodica, soprattutto nell'area di un'acquacoltura (stazioni C e D).

Le retinate effettuate lungo la colonna d'acqua hanno evidenziato una cospicua abbondanza del genere *Pseudo-nitzschia* ed una relativa presenza delle specie tossiche da DSP (*Dinophysis* spp.). Esiste una diretta proporzionalità tra alti valori di TRIX e abbondanza di alghe potenzialmente tossiche nelle acque, indicante che le condizioni eutrofiche possono facilitare una loro maggiore presenza ( $p = 0,018$ ). Non sembrano esserci significative correlazioni tra l'andamento della temperatura con l'abbondanza di alghe potenzialmente tossiche nelle acque ( $p = 0,497$ ). Al contrario una significativa inversa proporzionalità è presente tra le concentrazioni algali potenzialmente tossiche ed il parametro della salinità ( $p = 0,075$ ). Dai dati ottenuti in questo lavoro è possibile supporre che le specie o i generi potenzialmente tossici prediligano ambienti meno salati con tendenza a disporsi al di sopra dell'alocline (Godhe *et al.*, 2002).

## Bibliografia

- BONI L., CEREDI A., GUERRINI F., MILANDRI A., PISTOCCHI R., POLETTI R., POMPEI M. (2000) – Toxic *Protoceratium reticulatum* (Peridinales, Dinophyta) in the Northern Adriatic Sea (Italy). *International Conference on Harmful Algal Blooms*. Ninth Conference Tasmania 2000: 137-140.
- CIMINIELLO P., FATTORUSSO E., FORINO M., MAGNO S., POLETTI R., VIVIANI R., YASUMOTO T. (1997) – Yessotoxin in mussels of the Northern Adriatic Sea. *Toxicon*, **35**: 177-183.
- GODHE A., SVENSSON S., REHNSTAM-HOLM A.S. (2002) – Oceanographic settings explain fluctuations in *Dinophysis* spp. and concentrations of diarrhetic shellfish toxin in the plankton community within a mussel farm area on Swedish west coast. *Marine Ecology Progress Series*, **240**: 71-83.
- HONSELL G., SMAYDA T.J., SHIMIZU Y. (1993) – First report of *Alexandrium minutum* in Northern Adriatic Waters (Mediterranean Sea). *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Elsevier, Amsterdam: 127-132.
- PARSON T.R., MAYTA Y., LALLI C.M. (1984) – *A manual of chemical and biological methods*

- for seawater analyses. Pergaman, New York: 52-71.
- SIDARI L., NICHETTO P., COK S., SOSA S., TUBARO A., HONSELL G., DELLA LOGGIA R. (1998) - Phytoplankton selection by mussels, and diarrhetic shellfish poisoning. *Marine Biology*, **131**: 103-111.
- TUBARO A., SIDARIL., DELLA LOGGIA R., YASUMOTO T. (1998) - Occurrence of yessotoxin-like in phytoplankton and mussels from Northern Adriatic Sea. *Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO*: 470-472.
- VOLLENWEIDER R.A., GIOVANARDI F., MONTANARI G., RINALDI A. (1998) - Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized Water Quality Index. *Environmetrics-Chichester*, **9**: 329-357.
- ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fito-plancton. *Nova Thalassia*, **11**: 183-198.

R. MINUTOLI, E. GANGEMI\*, R. SITRAN\*, A. SACCÀ

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata Messina, Italia.  
roberta.minutoli@unime.it

\*CNR-IAMC Sezione di Messina, Messina, Italia.

## CICLO ANNUALE DELLE COMUNITÀ ZOO- E FITOPLANCTONICHE NELL'AMP "ISOLE CICLOPI" DI ACICASTELLO (SICILIA ORIENTALE)

### *ANNUAL CYCLE OF ZOO- AND PHYTOPLANKTONIC COMMUNITIES IN THE MARINE RESERVE "ISOLE CICLOPI" OF ACICASTELLO (EASTERN SICILY, ITALY)*

#### **Abstract**

*From march 2003 to march 2004 in the Marine Protected Area "Isole Ciclopi" of Acicastello (CT), the annual cycle in term of abundance and biodiversity of zoo- and phytoplanktonic communities was studied. The examined neritic ecosystem showed clear exchanges with the pelagic system, confirmed by the presence of typical planktonic communities.*

**Key-words:** *marine parks, ecology, phytoplankton, zooplankton.*

#### **Introduzione**

Nell'ambito delle attività relative al Programma Cluster 10 Sistemi Avanzati di Monitoraggio (SAM) finanziato dal MIUR, nell'area marina protetta "Isole Ciclopi" di Acicastello (CT) è stata studiata da marzo 2003 a marzo 2004 la dinamica stagionale, in termini di abbondanza e diversità specifica, delle comunità fitoplanctoniche, microzooplanctoniche e mesozooplanctoniche. Le analisi effettuate sui campioni raccolti hanno fornito notizie sull'andamento stagionale delle comunità planctoniche e sulle caratteristiche idrologiche del corpo d'acqua del sito di campionamento.

#### **Materiali e metodi**

La strategia di campionamento ha previsto prelievi con frequenza mensile da marzo 2003 a marzo 2004 in una stazione prossima al limite esterno della riserva (isobata 100 m) di Acicastello (Catania). Per il campionamento del fitoplancton, del microzooplancton e dei protozoi ciliati aloricati (per quest'ultimi soltanto, il campionamento è stato eseguito da novembre 2003 a marzo 2004) sono stati effettuati prelievi a 3 diverse quote lungo la colonna d'acqua (10, 50, 80 metri) mediante bottiglia Niskin. Per le classi rappresentative delle diatomee e dinoflagellati, per gli organismi microzooplanctonici e per i protozoi ciliati aloricati, sono state determinate, oltre alle densità totali, il singolo genere o specie ritrovata. Per campionare il mesozooplancton sono state effettuate pesche verticali da 80 sino alla superficie mediante utilizzo del retino standard da plancton WP2 con apertura di bocca di 60 cm e vuoto di maglia di 200  $\mu\text{m}$ . È stato effettuato il conteggio degli individui/m<sup>3</sup> per tutti i taxa presenti, mentre la diagnosi specifica è stata eseguita per i gruppi tassonomici dei Copepodi, dei Cladoceri e dei Chetognati.

## Risultati

In Fig. 1 sono mostrati i risultati delle analisi effettuate sul fitoplancton. Nei mesi di marzo e luglio, rispettivamente alla quota di 10 m e 50 m, si è verificato un picco della classe delle diatomee prevalentemente dominato dai generi *Chaetoceros* e *Pseudo-nitzschia* (*Pseudo-nitzschia* cf. *fraudolenta*). Nella classe dei dinoflagellati è da evidenziare la occasionale presenza alla quota di 10 m di due generi *Alexandrium* (*A.* cf. *minutum*) e *Ostreopsis*. Nell'arco dell'intero anno sono stati segnalati 24 generi di dinoflagellati e 31 generi di diatomee.

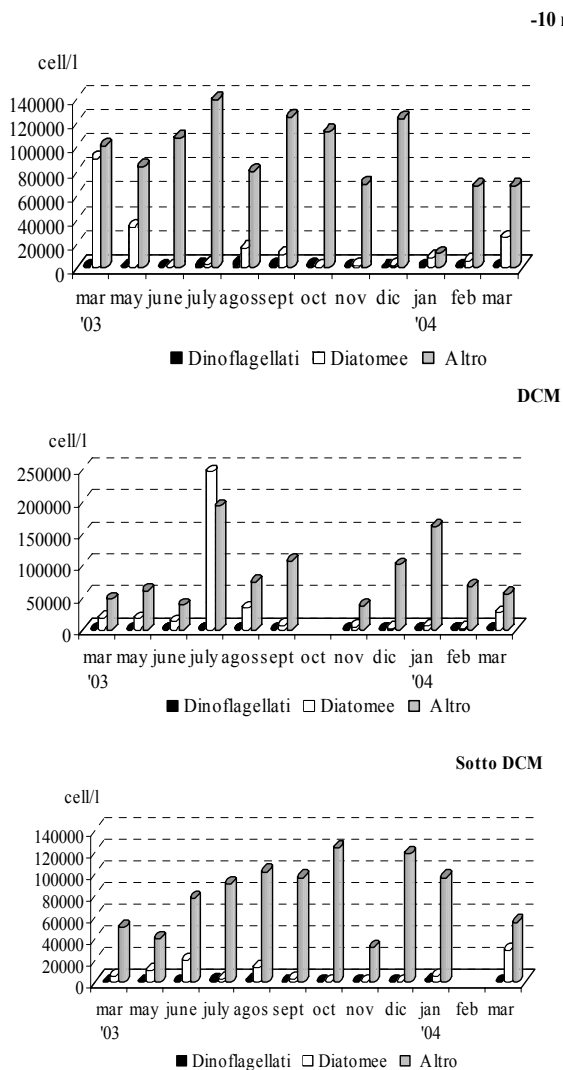


Fig. 1 - Principali classi del fitoplancton (DCM: Deep chlorophyll maximum; Altro: fitoflagellati > e < di 20  $\mu$ m).

Main phytoplanktonic groups (DCM: Deep chlorophyll maximum; Altro: phytoflagellates > and < 20  $\mu$ m).

In Fig. 2 è mostrato l'andamento stagionale delle abbondanze del microzooplancton. In Fig. 3 è mostrata la ricchezza specifica in percentuale nell'arco del periodo di osservazione e la rapidità con cui questa varia. Per quanto riguarda i protozoi ciliati aloricati, i gruppi maggiormente rappresentati sono risultati quelli degli Strombidiidi, con i generi *Strombidium*, *Tontonia* e *Laboea*; e degli Strobilidiidi, con *Strobilidium*, *Strombidinopsis*, *Leegardiella* e *Lohmanniella*.

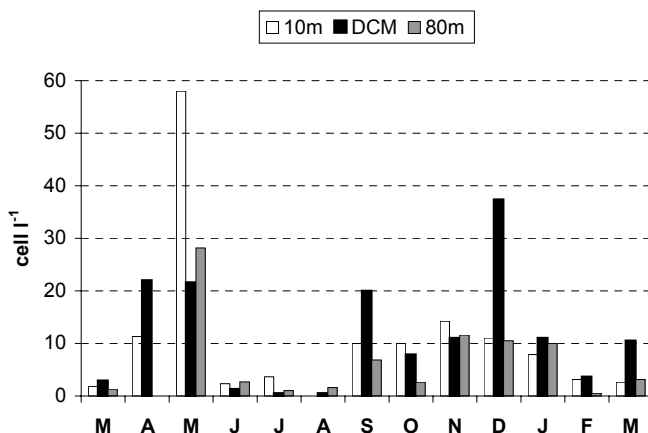


Fig. 2 - Abbondanza dei Tintinnidi.

*Tintinnids abundance.*

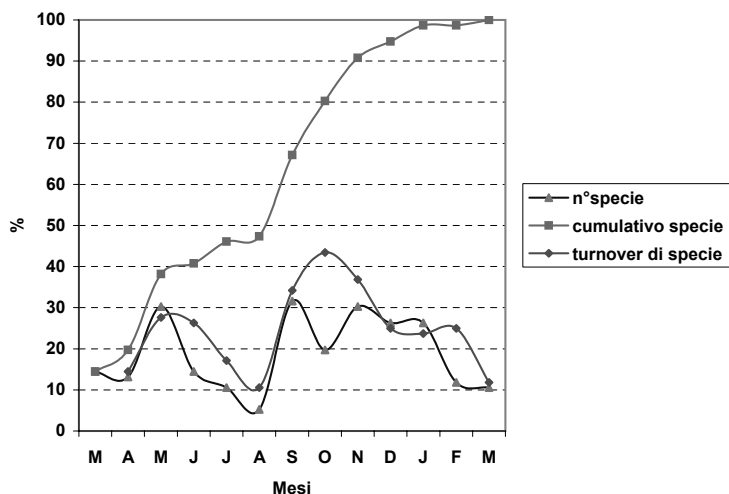


Fig. 3 - Analisi della ricchezza specifica dei tintinnidi.

*Tintinnids biodiversity.*



Più rari gli Euplotidi, rappresentati dal solo genere *Euplotes*. Da segnalare la presenza nei mesi da gennaio a marzo del ciliato autotrofo *Myrionecta rubra* (= *Mesodinium rubrum*). La comunità mesozooplanctonica (Fig. 4 e Fig. 5) nell'intero periodo di campionamento, è stata caratterizzata da una densità media di 546,66 ind/m<sup>3</sup>.

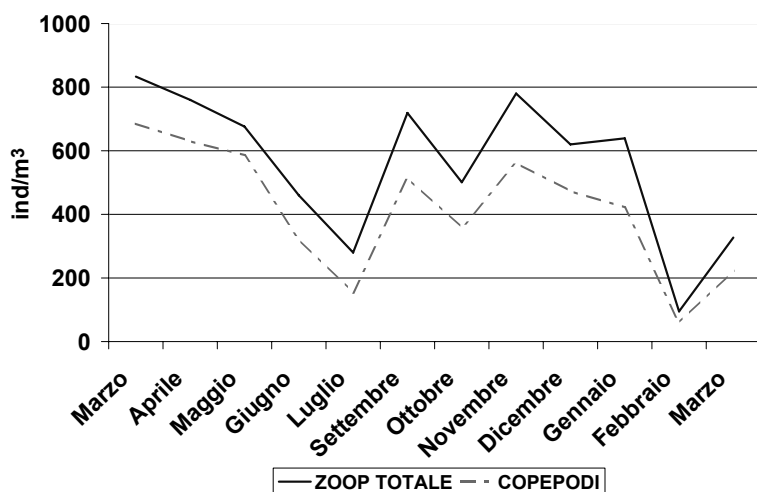


Fig. 4 - Andamento stagionale della comunità mesozooplanctonica e del taxa dei Copepodi.  
Annual cycle of mesozooplanktonic community and Copepods.

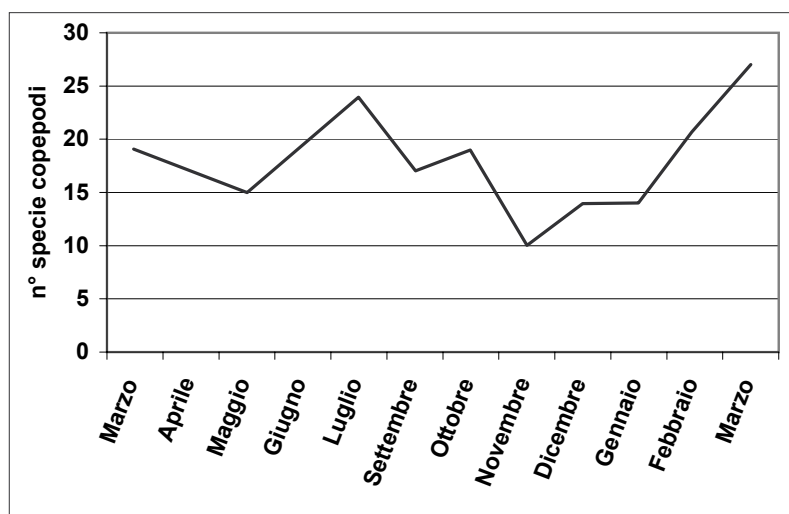


Fig. 5 - Biodiversità Copepodi.  
Copepods biodiversity.

La comunità in totale, è risultata caratterizzata da 29 diversi gruppi, con la dominanza dei copepodi che hanno rappresentato in media il 73,84%. Il popolamento a Copepodi è risultato costituito per l'intero periodo di campionamento da 49 specie, con la dominanza di forme giovanili dei generi *Oithona*, *Clausocalanus*, *Ctenocalanus*, *Oncaea*, *Paracalanus*, *Temora*, *Corycaeus*, *Calocalanus*, *Centropages*, *Lucicutia*, *Mecynocera*, *Pleuromamma*, che insieme a *Farranula rostrata*, *Oncaea media*, *Clausocalanus furcatus*, *Paracalanus nanus*, *Calocalanus contractus*, *Oncaea minuta*, *Clausocalanus arcuicornis* e *Temora stylifera*, hanno costituito l'83,90% dei copepodi nell'intero periodo di campionamento. In totale si è potuta registrare una biodiversità dei copepodi del 10,21% rispetto al totale di specie riscontrate per il Mediterraneo. Il popolamento a Cladoceri, rappresentato per l'intero periodo da 4 specie, è stato dominato da *Evadne spinifera*, seguita da *Penilia avirostris*, *Evadne tergestina* e *Podon intermedius*. Per quanto riguarda i Chetognati, sono state riscontrate soltanto due specie fra le 9 rinvenute nell'area Jonio-Stretto di Messina e Basso Tirreno (Guglielmo, 1976), quali *Sagitta minima* e *S. enflata*.

## Conclusioni

Dalle analisi effettuate sulla componente fitoplanctonica, si è potuta evidenziare la presenza di generi e specie già osservati in altri siti costieri sia della stessa area marina protetta (dati pubblicati nel sito internet relativo al monitoraggio marino costiero dell'ARPA Sicilia) sia di altre zone del Mar Ionio come la Baia di Siracusa (Sicilia orientale) (Giacobbe *et al.*, 2003). Inoltre, l'occasionale presenza dei generi appartenenti alla classe dei dinoflagellati *Alexandrium* (*A. cf. minutum*) e *Ostreopsis*, tipici di zone marine chiuse o semichiuso, potrebbe essere verosimilmente attribuita all'influenza del vicino porto di Acicastello. La curva cumulativa della biodiversità dei tintinnidi (Fig. 3), evidenzia il raggiungimento di un plateau prossimo al 100%, a supporto dell'ipotesi che le 76 specie microzooplanctoniche, complessivamente rinvenute nell'arco del periodo, esprimano l'effettiva potenzialità di ricchezza specifica dell'area di studio, anche se del totale di specie non è mai compresente più di un terzo. Il turnover mensile di specie è sempre elevatissimo, talvolta con sostituzione quasi completa della comunità nell'arco temporale che intercorre tra due campionamenti successivi. L'analisi del mesozooplankton e della composizione delle specie dei Copepodi nel corso della successione stagionale ha messo in evidenza delle significative differenze tra le aree prese in esame e modelli temporali osservati nelle altre aree del Mediterraneo (Mazzocchi e Ribera d'Alcalà, 1995; Scotto di Carlo *et al.*, 1985; Valdesi *et al.*, 1990; Zagami *et al.*, 2001). Ad esempio, nel periodo primaverile estivo, la comunità mesozooplanktonica ha presentato abbondanze di molto inferiori ai valori medi stagionali di altre aree neritico costiere del Mediterraneo. È da evidenziare inoltre, che la struttura della comunità zooplanctonica nell'intero periodo di campionamento, è stata caratterizzata dalla dominanza dei Copepodi, anche quando, nella stagione estiva, nelle altre aree neritiche costiere del Mediterraneo generalmente si osserva la dominanza dei Cladoceri, ad opera di *Penilia avirostris* ed *Evadne spinifera* (Scotto di Carlo *et al.*, 1985; Fonda Umani *et al.*, 1983-84). Nel periodo tardo autunno-invernale, con la rottura della stratificazione delle masse d'acqua e conseguente omotermia verticale, alcune specie tipiche di acque mesopelagiche (*Haloptilus longicornis*, *Lucicutia flavicornis*, *Heterorhabdus papilliger*, *Pleuromamma gracilis*, *Scolecithricella dentata*), caratterizzate da un'ampia

distribuzione verticale, a causa delle migrazioni stagionali ontogenetiche (Scotto di Carlo *et al.*, 1985) migrano in superficie ad opera delle correnti, con conseguente spostamento nell'ecosistema neritico-costiero. Ciò suggerisce che il sistema neritico-costiero esaminato presenta una stretta continuità ed un forte scambio con il sistema pelagico, motivo per cui la comunità neritica costiera non si differenzia nettamente da quella del largo in termini di abbondanza e dominanza di specie. È da sottolineare che le condizioni idrologiche di tale area di studio, dipendenti da due diversi processi di trasporto, controllano i parametri biologici e quindi il ciclo stagionale, sia come abbondanza che come biodiversità, dell'intero comparto planctonico. Per le correlazioni proprio fra le caratteristiche idrologiche e le diverse componenti planctoniche, si rimanda al lavoro di Bergamasco *et al.* dello stesso volume, del quale questo lavoro è una appendice.

### Bibliografia

- FONDA UMANI S., SPECCHI M., MALEJ A., BENOVIĆ A. (1983-84) - Cinque Baie dell'Adriatico: la loro comunità zooplanctonica. *Nova Thalassia*, **6** (Suppl.): 37-44.
- GIACOBBE M.G., AZZARO F., DECEMBRINI F., GALLETTA M., GANGEMI E., RAFFA F., CEREDI A., MILANDRI A., POLETTI R., MASÓ M. (2004) - Fioritura tossica del dinoflagellato *Alexandrium minutum* in un'area costiera del Mar Ionio. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 703-707.
- GUGLIELMO L. (1976) - Contributo alla conoscenza dei Chetognati del basso Tirreno. *Atti Soc. Pelor. di Scienze Fisiche Matem. e Naturali*, **21**.
- MAZZOCCHI M.G., RIBERA D'ALCALÀ M. (1995) - Recurrent patterns in zooplankton structure and succession in a variable coastal environment. *ICES J. mar. Sci.*, **52**: 679-691.
- SCOTTO DI CARLO S., THOMAS C.R., IANORA A., MARINO D., MAZZOCCHI M.G., MODIGH M., MONTRESOR M., PETRILLO L., RIBERA D'ALCALÀ M., SAGGIOMO V., ZINGONE A. (1985) - Uno studio integrato dell'ecosistema pelagico costiero del Golfo di Napoli. *Nova Thalassia*, **7** (Suppl. 3): 99-128.
- VALDES J.L., ROMAN M.R., ALVAREZ-OSSORIO M.T., GAUZENS A.L., MIRANDA A. (1990) - Zooplankton composition and distribution off the coast of Galicia, Spain. *Journal of Plankton research*, **12** (3): 629-643.
- ZAGAMI G., CAMPOLMI M., DONATO P., GRANATA A. (2002) - Distribuzione spaziotemporale dello zooplankton nell'Adriatico centro-settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 332-339.

L. PANE, G.L. MARIOTTINI, E. FRANCESCHI\*

Dipartimento di Biologia, Università di Genova,  
Viale Benedetto XV, 5 - 16132 Genova, Italia.  
pane@unige.it

\*Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Genova, Italia.

## ZEOLITI ED ALGHE FITOPLANCTONICHE IMMOBILIZZATE IN CULTURA: PARAMETRI DI CRESCITA ED ENERGETICI

### *ZEOLITES AND IMMOBILIZED PHYTOPLANKTONIC ALGAE IN CULTURE: GROWTH AND ENERGETIC PARAMETERS*

#### **Abstract**

*Zeolites are natural and synthetic aluminosilicates used for industrial and other purposes. In aquaculture zeolites exert an influence on ammonia concentration in water and show a positive influence on marine microalgae growth. In this study the activity of the zeolite ZEBEN 06 on growth and energetic content of *Chlorella minutissima* applying the Differential Scanning Calorimetry (DSC) has been emphasized.*

**Key-words:** *zeolites, phytoplankton, Chlorella minutissima, differential scanning calorimetry.*

#### **Introduzione**

Le zeoliti sono alluminosilicati utilizzati in numerose applicazioni quali la preparazione di catalizzatori in processi petrolchimici, la depurazione delle acque reflue e, in particolare, la degradazione aerobica dei rifiuti (Milan *et al.*, 2001). In acquacoltura le zeoliti contribuiscono al mantenimento della qualità dell'acqua di allevamento diminuendo la concentrazione dello ione ammonio, e conseguentemente la sua tossicità, e stimolando la crescita ed il metabolismo algale (López Ruiz *et al.*, 1995), fattori importanti dal punto di vista energetico in ambiente acquatico. La determinazione del contenuto calorico di tali organismi è stata oggetto di recenti studi effettuati su alghe fitoplanctoniche libere ed immobilizzate (Pane *et al.*, 1998; Peng *et al.*, 2001) che hanno impiegato metodiche tradizionali di analisi della sostanza organica e metodiche innovative quali l'analisi termogravimetrica (TG) e termica differenziale (DTA) (Pane *et al.*, 2000, 2001). Una metodica di recente applicazione, la Differential Scanning Calorimetry (DSC), capace di fornire informazioni dettagliate sul contenuto energetico di materiali organici (Dollimore, 1994; Tsujiyama e Miyamori, 2000), è stata invece utilizzata su copepodi marini (Pane *et al.*, 2003). Nella presente nota si riportano i risultati della DSC effettuata su *Chlorella minutissima* (Chlorophyta) coltivata in fase libera ed immobilizzata in alginato di sodio, al fine di valutare l'effetto della presenza di zeoliti naturali (ZEBEN 06, ZESTEC 56, ATZ) sulla crescita e sul contenuto energetico, in prospettiva dell'utilizzo delle zeoliti in associazione a questa specie algale, come effettuato in precedenza su *Chaetoceros* spp. (Voltolina *et al.*, 1997).

#### **Materiali e metodi**

Cellule di *Chlorella minutissima* (Fott e Nováková), ottenute da ceppi selezionati axenici, sono state mantenute libere in acqua di mare naturale filtrata con

filtri Millipore (0,2  $\mu\text{m}$ ), a salinità 19 PSU, con l'aggiunta di 1 ml di terreno di Walne (Walne, 1966) e di 0,1 ml di una soluzione di vitamine ( $B_{12}=0,005\%$ ;  $B_1=0,1\%$ ), in camera climatizzata alla temperatura di  $18\pm0,5$  °C, con ciclo luce-buio di 12-12 ore ed intensità della luce 5500 lux. Su aliquote di coltura in fase esponenziale sono stati valutati il tempo medio di divisione cellulare (tg), la costante di crescita (K), il peso secco (70 °C–12 h), il contenuto in sostanza organica totale (550 °C–2 h), la clorofilla *a* ( $\mu\text{g/l}$ ), il contenuto proteico, i lipidi ed i glucidi. Cellule immobilizzate in gel di alginato di sodio (1,5% p/v) sono state mantenute in piastre multipozzetto, nelle stesse condizioni utilizzate per le cellule libere. La crescita algale è stata verificata mediante conteggio delle cellule in epi-fluorescenza (Olympus mod. IX70) utilizzando un emocitometro Thoma, dopo trattamento delle perle di alginato con esametafosfato di sodio al 5% in acqua distillata. L'analisi calorimetrica (DSC 822 Mettler-Toledo) è stata effettuata su campioni di alghe essiccate e pesati in crogiuoli di alluminio, con un gradiente di temperatura 25–600 °C, alla velocità di riscaldamento di 10 °C/min. in presenza di ossigeno con flusso 100 ml/min. I dati termoanalitici sono stati elaborati tramite il software STAR<sup>e</sup> System, Mettler-Toledo.

## Risultati

In fase libera *Chlorella minutissima* ha raggiunto densità cellulari variabili tra  $24,32$  e  $29,44\times10^6$  cell./ml. In presenza di zeoliti (10 mg/l), la più alta densità è stata ottenuta con ZEBEN 06 (media =  $32,53\pm0,72\times10^6$  cell./ml); questa zeolite è stata saggiata a tre diverse concentrazioni (10, 20, 30 mg/l), ottenendo la migliore crescita algale con 20 mg/l ( $38,40\pm2,88\times10^6$  cell./ml). Le colture di cellule immobilizzate in assenza di zeoliti hanno raggiunto una densità massima di  $3,33\times10^6$  cell./perla, mentre in presenza di zeoliti la crescita è risultata inferiore (valori massimi: 2,80, 2,05,  $1,86\times10^6$  cell./perla in presenza di ZEBEN 06 10, 20, 30 mg/l rispettivamente). Il contenuto di sostanza organica in presenza di ZEBEN 06 è risultato maggiore nelle alghe in fase libera (41,6%) rispetto a quanto ottenuto con le alghe immobilizzate (29%); il contenuto totale di proteine, glucidi e lipidi è risultato maggiore nelle alghe libere in presenza di ZEBEN 06 (5,69 pg/cell.) rispetto alle alghe coltivate in assenza di zeolite (4,82 pg/cell.). La DSC (Figg. 1, 2) ha evidenziato una resa energetica maggiore per le alghe libere+ZEBEN 06 (4450 J/g) rispetto alle immobilizzate. La combustione si attua tra 204,8 e 592,9 °C; circa il 60-70% dell'energia totale viene liberata tra 390 e 590 °C. Il picco principale si osserva tra 433,73 °C e 592,94 °C con massimo intorno a 492 °C; in questo intervallo l'energia generata è pari a 3215,82 J/g e corrisponde al 72,27% del calore totale sviluppato. In fase libera senza zeoliti si osserva una combustione rilevante tra 212,94 °C e 561,80 °C, con una serie di reazioni esotermiche che comportano uno sviluppo di energia pari a 2947,02 J/g. Tra 388,80 °C e 561,99 °C sono presenti due picchi non risolti, il maggiore dei quali ha il massimo intorno a 460 °C, e la quantità di calore prodotta è pari a 2119,56 J/g che corrisponde al 71,92% dell'energia liberata nell'intero processo. La combustione di *Chlorella minutissima* immobilizzata determina una produzione di energia pari a 2771,72 J/g tra 199,85 °C e 551,75 °C; in presenza di ZEBEN 06 tale valore scende a 1472 J/g circa. Il punto di massimo si osserva intorno a 461 °C ed il picco principale è compreso tra 393 °C e 551,75 °C.

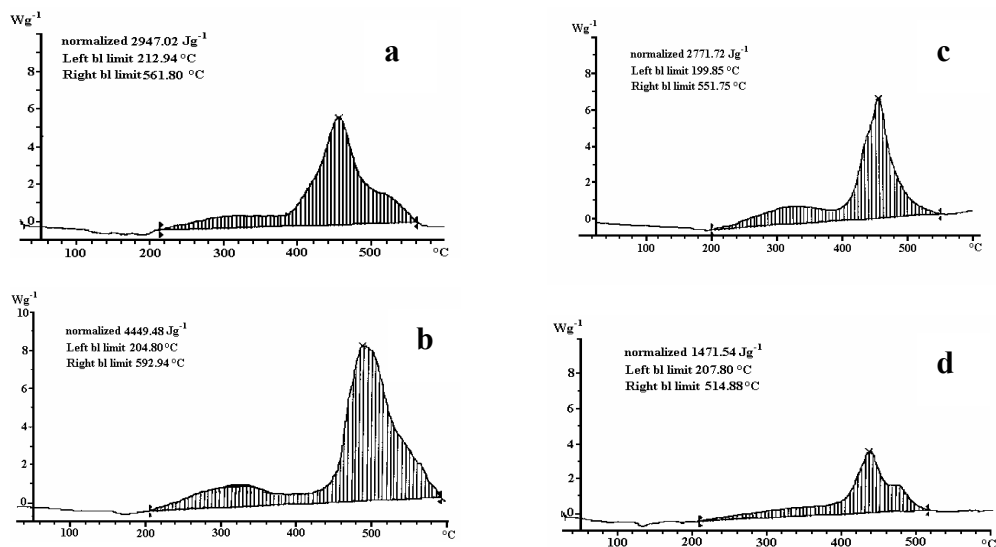


Fig. 1 - Analisi termica di *Chlorella minutissima* in DSC; a: in fase libera senza zeoliti, b: in fase libera+ZEBEN 06, c: immobilizzata in alginato, d: immobilizzata+ZEBEN 06.

DSC thermal analysis of *Chlorella minutissima*; a: free without zeolites, b: free+ZEBEN 06, c: immobilized in alginate beads, d: immobilized+ZEBEN 06.

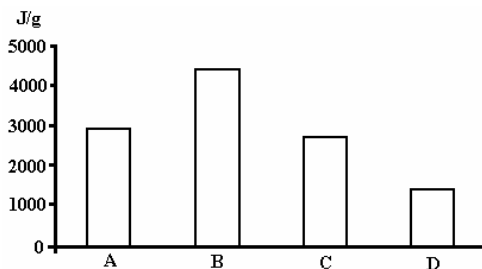


Fig. 2 - Resa energetica, determinata tramite DSC, di *Chlorella minutissima*. A: libera senza zeoliti, B: libera+ZEBEN 06, C: immobilizzata senza zeoliti, D: immobilizzata+ZEBEN 06.

Energetic yield of *Chlorella minutissima* determined by DSC. A: free without zeolites, B: free+ZEBEN 06, C: immobilized without zeolites, D: immobilized+ZEBEN 06.

## Conclusioni

La migliore resa colturale di *Chlorella minutissima* in fase libera si ottiene in presenza di zeoliti (in particolare di ZEBEN 06), che hanno un effetto sul profilo biochimico delle alghe, determinando un aumento della disponibilità di nutrienti

all'interno della coltura e favorendone pertanto lo sviluppo (López Ruiz *et al.*, 1995). Viene confermata quindi l'azione stimolante delle zeoliti sulla crescita delle microalghe utilizzabili in acquacoltura (López Ruiz *et al.*, 1995); inoltre, viene messo in evidenza un aumento di circa il 50% della resa energetica delle alghe. In assenza di zeoliti le alghe in fase libera e quelle immobilizzate hanno mostrato una crescita ed un contenuto di energia simile. Con l'immobilizzazione la presenza di zeoliti non risulta favorevole, in quanto determina inibizione marcata della crescita della coltura. In questo caso il mancato effetto delle zeoliti è dovuto alla loro capacità di sequestrare gli ioni calcio, necessari per il mantenimento dell'integrità dell'alginato in fase di gel; ciò causa lo sfaldamento precoce delle perle di alginato in seguito al quale le cellule vengono rilasciate nel terreno di coltura. Si deve considerare che, sebbene anche l'EDTA contenuto nel terreno di coltura potrebbe provocare un effetto simile, da studi precedenti (Pane *et al.*, 1998, 2000, 2001) effettuati su *Tetraselmis suecica* si è osservato che il terreno di Walne permette una crescita ottimale delle cellule immobilizzate in alginato, poiché l'effetto chelante dell'EDTA si manifesta a lungo termine (oltre 2 settimane), diversamente a quanto avviene con l'aggiunta di zeoliti. Pertanto, si ritiene che l'immobilizzazione e l'utilizzo di zeoliti, che separatamente possono essere utilizzati efficacemente in acquacoltura, non siano adottabili in associazione.

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. J. López Ruiz dell'Universidad de Cádiz (España) per aver gentilmente fornito le zeoliti oggetto di studio.

### Bibliografia

- DOLLIMORE D. (1994) - Thermal analysis. *Anal. Chem.*, **66**: 17R-25R.
- LÓPEZ RUIZ J., GARCÍA GARCÍA R., FERREIRO ALMEDA M.S. (1995) - Marine microalgae culture: *Chaetoceros gracilis* with zeolitic product ZESTEC-56 and a commercial fertilizer as a nutrient. *Aquacult. Eng.*, **14**: 367-372.
- MILAN Z., SANCHEZ E., WEILAND P., BORJA R., MARTN A., ILANGOVAN K. (2001) - Influence of different natural zeolite concentrations on the anaerobic digestion of piggery waste. *Bioresource Technology*, **80**: 37-43.
- PANE L., FELETTI M., BERTINO C., CARLI A. (1998) - Viability of the marine microalga *Tetraselmis suecica* grown free and immobilized in alginate beads. *Aquacult. Int.*, **6**: 457-462.
- PANE L., FRANCESCHI E., DE NUCCIO L., CARLI A. (2000) - Cultures and thermal analysis of the marine microalga *Tetraselmis suecica* Kylin (Butch). *J. Biol. Res.*, **76**: 51-58.
- PANE L., FRANCESCHI E., DE NUCCIO L., CARLI A. (2001) - Applications of thermal analysis on the marine phytoplankton, *Tetraselmis suecica*. *J. Therm. Anal. Cal.*, **66**: 145-154.
- PANE L., DE NUCCIO L., FRANCESCHI E. (2003) - Contenuto energetico del copepode *Tigriopus fulvus* (Fischer, 1860): applicazione della DSC (Differential Scanning Calorimetry). *Biol. Mar. Medit.*, **10**: 593-596.
- PENG W., WU Q., TU P., ZHAO N. (2001) - Pyrolytic characteristics of microalgae as renewable energy source determined by thermogravimetric analysis. *Biores. Technol.*, **80**: 1-7.
- TSUJIYAMA S., MIYAMORI A. (2000) - Assignment of DSC thermograms of wood and its components. *Thermochimica Acta*, **351**: 177-181.
- VOLTOLINA D., NIEVES M., LÓPEZ RUIZ J. (1997) - Zeolitic products as enrichment for cultures of a marine microalga. *Aquacult. Eng.*, **16**: 1-5.
- WALNE P.R. (1966) - Experiments in the large scale culture of larvae of *Ostrea edulis* L. *Fish. Invest. II*, **25**: 1-53.



L. ROLLANDI, G. BASILONE, A. BONANNO, A. CUTTITTA, B. PATTI, C. PATTI, S. MAZZOLA

Gruppo interdisciplinare di oceanografia (GIO) - IAMC, Sezione di Mazara del Vallo,  
Via Luigi Vaccara, 61 – 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

## CARATTERIZZAZIONE DELL'ITTIOPLANCTON CAMPIONATO NELLA RISERVA NATURALE MARINA DELLE "EGADI" (SICILIA OCCIDENTALE-MAR MEDITERRANEO) E RELAZIONE CON I PARAMETRI OCEANOGRAFICI

### *ICHTHYOPLANKTON CHARACTERIZATION SAMPLED IN THE "EGADI" NATURAL MARINE RESERVE (WESTERN SICILY-MEDITERRANEAN SEA) AND RELATION WITH OCEANOGRAPHIC PARAMETERS*

#### **Abstract**

*The characterization of ichthyoplankton populations sampled in four fixed station inside the Egadi NMR, Marettimo Islands, on the basis of 5 experimental survey carried out during one year and the relation of principal oceanographic parameters are reported. General results show the importance of seasonal variability in distribution of larval population both in terms of different species or relative abundance. No evidence of particular conditions near Marettimo Island in terms of larval species or larval abundance is observed. This is probably related by the too short time of the NMR enforcement.*

**Key-words:** *ichthyoplankton, oceanographic data, "Egadi" Marine Park, Western Sicily, Mediterranean Sea.*

#### **Introduzione**

Lo studio delle popolazioni ittioplanctoniche è riconosciuto ormai su scala internazionale quale indice di rilevanza fondamentale per l'analisi della biodiversità e per la qualità degli ecosistemi marini. La caratterizzazione specie specifica e l'analisi quantitativa del popolamento ittioplanctonico di una determinata area di studio, associata alle specifiche condizioni oceanografiche, è in grado di fornire importanti informazioni sia sulle specie ittiche che si riproducono localmente che su specie che depongono al di fuori dell'area di studio. A tale scopo i prelievi biologici e la rilevazione dei principali parametri oceanografici associati sono stati effettuati in ciascuna delle tre differenti aree costituenti la Riserva: Zona A, Zona B, Zona C e in una zona esterna alla Riserva: Zona D.

L'obiettivo primario del presente studio consiste inizialmente nella caratterizzazione specie specifica e nella determinazione dell'abbondanza dei popolamenti ittioplanctonici campionati, quindi nella individuazione dell'influenza stagionale sulle specie e sulle abbondanze specifiche dei popolamenti larvali, correlando la variazione dei suddetti parametri con la variabilità dei principali parametri oceanografici durante l'anno.

#### **Materiali e metodi**

Il piano di campionamento, organizzato secondo quattro stazioni a punto fisso (A, B, C e D) disposte lungo un transetto costa-largo prospiciente la costa sud-orientale dell'isola di Marettimo, si è articolato in cinque episodi distinti con cadenza bimensile tra giugno 2002 e giugno 2003. Il campionamento biologico,



volto alla raccolta di uova e larve di teleostei, è stato effettuato con l'impiego di un retino planctonico da traino "Bongo 40" con maglia da 200  $\mu\text{m}$ . In aggiunta a tale metodologia sono state impiegate, in via sperimentale e in concomitanza del solo campionamento di giugno 2002, due "light-traps", con la finalità di catturare esemplari di teleostei costieri in stadio di "pre-settlement" (Doherty, 1987; Hair e Doherty, 2003), in due stazioni a bassa profondità all'interno della Zona C. Le misure dei principali parametri oceanografici, temperatura e salinità, sono state effettuate con l'impiego di un CTD portatile del tipo Minisonda multiparametrica OTT, Corr.Tek. Sulla frazione ittioplanctonica del campione biologico raccolto, conservato in formalina al 4% in acqua di mare tamponata a Ph 7 con tetraborato di sodio, è stato effettuato, in laboratorio, il conteggio delle uova e larve di teleostei e quindi si è proceduto all'identificazione specie specifica di ciascun esemplare larvale (Padoa, 1956; Costa, 1999; Richards, 2002). Le misure dei parametri oceanografici descritti acquisite sul campo, dopo una opportuna fase di post-processing, hanno consentito di ottenere i campi delle due variabili considerate lungo la colonna d'acqua investigata, con l'utilizzo del software Ocean Data View (Schlitzer, 2003).

Tab. 1 - Valori di densità ( $\text{m}^3$ ) delle uova e larve di teleostei, catturate stagionalmente in ciascuna delle quattro stazioni di campionamento.

*Density values ( $\text{m}^3$ ) of teleosts eggs and larvae, seasonally caught in each sampling station.*

| STAZIONI | DENSITÀ<br>UOVA ( $\text{m}^3$ ) | DENSITÀ<br>LARVE ( $\text{m}^3$ ) | CAMPIONAMENTI |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| A        | 1.347                            | 0.505                             | giugno-02     |
| B        | 1.054                            | 0.074                             |               |
| C        | 0.914                            | 0.223                             |               |
| D        | 0.469                            | 0.185                             |               |
| A        | 0.084                            | 0.063                             | settembre-02  |
| B        | 0.065                            | 0.151                             |               |
| C        | 0.071                            | 0.057                             |               |
| D        | 0.195                            | 0.286                             |               |
| A        | 0.049                            | 0.049                             | dicembre-02   |
| B        | 0.071                            | 0.095                             |               |
| C        | 0.156                            | 0.035                             |               |
| D        | 0.013                            | 0.202                             |               |
| A        | 1.569                            | 0.136                             | marzo-03      |
| B        | 1.082                            | 0.426                             |               |
| C        | 0.150                            | 0.214                             |               |
| D        | 0.016                            | 0.178                             |               |
| A        | 1.016                            | 0.586                             | giugno-03     |
| B        | 1.479                            | 0.269                             |               |
| C        | 0.816                            | 0.363                             |               |
| D        | 1.552                            | 0.252                             |               |

## Risultati

Il conteggio iniziale degli esemplari larvali e delle uova campionate con il Bongo 40 ha consentito di associare gli andamenti delle rispettive densità ( $N/m^3$ ) (Tab. 1) con le condizioni oceanografiche, temperatura e salinità, ottenute interpolando le misure effettuate nelle quattro stazioni a punto fisso lungo il transetto di campionamento.

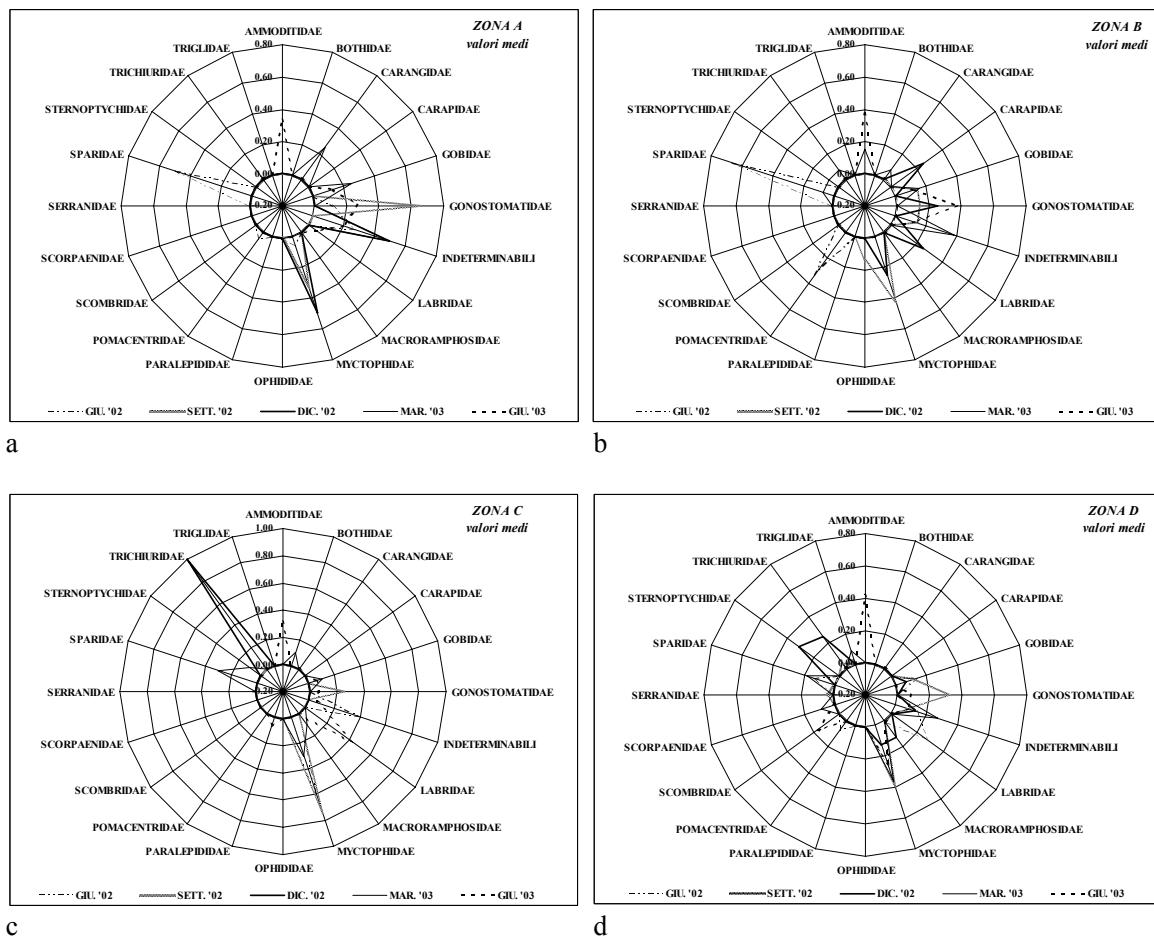


Fig. 1 - Valore medio delle larve appartenenti a ciascuna Famiglia osservata nelle quattro stazioni (a, b, c, d) distinte nei cinque episodi stagionali di campionamento.

*Mean value of the larvae of each observed Family on four different zones (a, b, c, d) during the five seasonal sampling periods.*

Grazie alla successiva identificazione di ciascun esemplare larvale, si è potuta analizzare in dettaglio la variazione nella composizione specifica dei popolamenti larvali durante i cinque campionamenti effettuati, nelle quattro stazioni (Fig. 1).

Seppur le “light-traps” siano state impiegate in via sperimentale solo in concomitanza del primo episodio di campionamento, hanno sortito esito positivo in quanto al loro interno sono stati rinvenuti diversi esemplari di teleostei costieri in fase post-larvale e di pre-settlement: 11 esemplari, 9 dei quali appartenenti a specie neritiche (Gobiidae e Sparidae) e 2 appartenenti a specie pelagiche costiere (Atherinidae e Clupeidae).

## Conclusioni

Nelle stazioni A e B, alla profondità rispettivamente di 18 e 22.5 m, si osserva una prevalenza di esemplari larvali appartenenti a specie tipicamente costiere soprattutto nei mesi estivi, mentre in concomitanza degli altri episodi di campionamento si riscontra la presenza predominante di specie mesopelagiche nelle due stazioni più profonde C e D, di 42 e 77 m rispettivamente. Nel mese di settembre '02, ad esempio, con una situazione stabile dal punto di vista oceanografico (termoclino attestato intorno ai 35 m di profondità), la quasi totalità delle larve catturate è risultata essere costituita da specie mesopelagiche, con un picco nella stazione D. Ciò rappresenta un tipico esempio in cui il termoclino costituisce una barriera fisico-chimica per le larve sottostanti, in questo caso specie mesopelagiche. L'identificazione degli esemplari larvali campionati, in associazione alle condizioni oceanografiche registrate durante i mesi invernali, soprattutto nelle due stazioni più profonde (C e D), consente di ipotizzare invece, un certo grado di rimescolamento della colonna d'acqua, registrando una risalita di acqua profonda verso la costa, responsabile del trasporto dei prodotti della riproduzione e quindi delle larve di specie mesopelagiche, non comuni in prossimità della costa.

Tale esperienza di campionamento, oltre a costituire un tentativo di valutare il ruolo ecologico dell'area di studio attraverso l'analisi dei popolamenti planctonici conferma, per tale finalità, la necessità di disporre di informazioni sull'interazione tra il dato biologico e quello oceanografico.

## Bibliografia

- COSTA F. (1999) - *I pesci del Mediterraneo stadi larvali e giovanili*. Grafo Ed: 285 p.
- DOHERTY P.J. (1987) - Light traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. *Bull. Mar. Sci.*, **41**: 423-431.
- HAIR C., DOHERTY P.J. (2003) - Progress Report on the capture and culture of pre-settlement fish from Solomon islands. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, **11**: 13-18.
- PADOA E. (1956) - Uova, larve e stadi giovanili di teleostei. In: *Fauna e Flora del Golfo di Napoli. 3ª puntata*. Lo Bianco Ed: 1064 p.
- RICHARDS W.J. (2002) - Preliminary guide to the identification of the early life history stages of ichthyoplankton of the Western Central Atlantic. *Use Department of Commerce*. (Draft copy)
- SCHLITZER R. (2003) - <http://www.awi-bremerhaven.de/ge/odv>.

G. ZAGAMI, G. COSTANZO, N. CRESCENTI, C. BRUGNANO

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.

## DATI PRELIMINARI SUI COPEPODI CALANOIDI BENTO-PLANCTONICI DEL GENERE *PSEUDOCYCLOPS* DEL LAGO DI FARO (SICILIA NORD-ORIENTALE)

### *PRELIMINAR DATA ON BENTHO-PLANKTONIC CALANOID COPEPOD PSEUDOCYCLOPS GENUS OF THE LAKE FARO (NORTH-EASTERN SICILY)*

#### **Abstract**

*Shallow-water benthoplanktonic calanoid copepods have been intensively studied in the Mediterranean Sea. To date, only two species of the genus Pseudocyclops have been recorded in the Mediterranean Sea, P. obtusatus Brady and Robertson, 1873 and P. umbraticus Giesbrecht, 1893. Recently, the benthoplanktonic calanoid copepod P. xiphophorus Wells, 1967, previously recorded only in coastal waters of Mozambique, has been found together with congenus species P. umbraticus and Pseudocyclops sp. in the brackish Lake Faro. P. xiphophorus and Pseudocyclops sp. were recorded into fouling attached to submerged mooring posts and ropes, while P. umbraticus mainly from bottom during day-light and from plankton at night. This interesting zoogeographic distribution suggests that the Mozambican and Mediterranean Pseudocyclops populations exhibit a complete Tethyan pattern, and that the P. xiphophorus specimens occurring in Lake Faro are a relict population that may have given rise to new species Pseudocyclops sp.*

**Key-words:** copepods, Pseudocyclops, brackish water, Lake Faro, Mediterranean Sea, spatio-temporal distribution.

#### **Introduzione**

Il Lago di Faro è un bacino salmastro costiero, situato sulla punta di Capo Peloro (Messina). Il Lago di Faro comunica col mare e con il Lago di Ganzirri tramite dei canali (Fig. 1). Le 33 specie del genere *Pseudocyclops* presentano una distribuzione mondiale che si estende dalle regioni temperate a quelle tropicali (Ohtsuka *et al.*, 1999). La maggior parte delle specie di *Pseudocyclops* ha una distribuzione in habitats molto ristretti dell'ecosistema neritico, di acque salmastre di laghi costieri e grotte sottomarine (Zagami *et al.*, 2005). Nel Mediterraneo, sino ad oggi, sono state trovate soltanto due specie del suddetto genere, *P. obtusatus* Brady e Robertson, 1873 e *P. umbraticus* Giesbrecht, 1893.

#### **Materiali e metodi**

Gli esemplari di *Pseudocyclops* presenti nel fouling sono stati campionati da gennaio a giugno 2004, due volte al mese, mentre quelli nel fondo e nel plancton, una volta al mese. Il fouling è stato raccolto manualmente per mezzo di un coltello, da pali infissi sul fondo e corde sospese tra i pali. Subito dopo il prelievo, il campione, conservato con acqua del lago in una bacinella, veniva trasportato nel giro di 1-2 ore in laboratorio, dove gli esemplari di *Pseudocyclops* venivano immediatamente separati vivi dall'acqua del fouling con una pipetta allo stereomicroscopio. Gli esemplari di *Pseudocyclops*, viventi di giorno all'interfaccia sedi-

mento-acqua e di notte nel plancton, sono stati raccolti con un retino, avente un'apertura di bocca rettangolare di 0,18 m<sup>2</sup> e vuoto di maglia di 200 µm. I campionamenti sul fondo sono stati eseguiti facendo scorrere il retino all'interfaccia sedimento-acqua. I valori relativi agli esemplari di *P. umbraticus*, campionati sul fondo sono riferiti per campione, poichè la stima per unità di superficie sarebbe probabilmente sottostimata, a causa del tipo di campionamento.

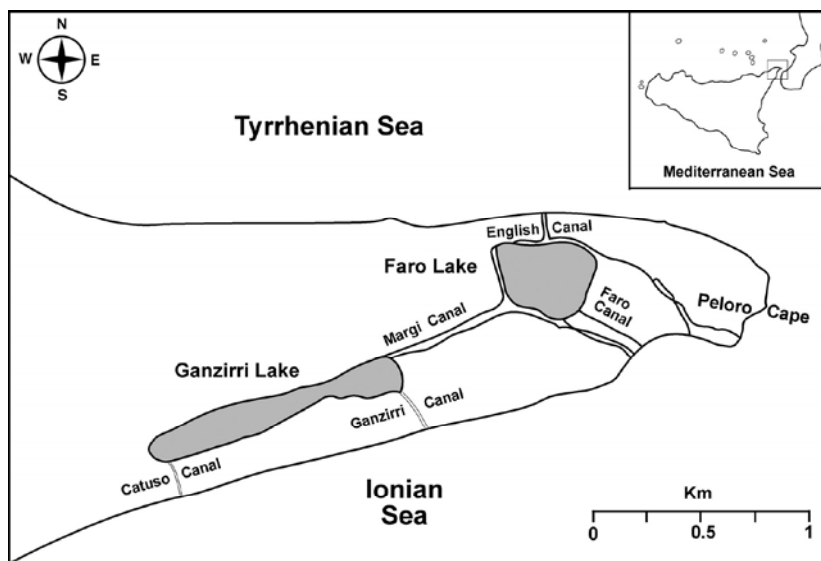


Fig. 1 - Area di studio: Lago di Faro.

Study area: Lake Faro.

## Risultati

Durante il periodo di campionamento, il popolamento delle specie di *Pseudocyclops* presenti nel fouling è stato costituito principalmente da *P. xiphophorus* e *Pseudocyclops* sp. e in misura molto ridotta da *P. umbraticus*. Le tre specie sono state rappresentate in media rispettivamente da  $4,8 \pm 10,2$ ;  $2,5 \pm 5,3$ ;  $0,66 \pm 1,4$  ind./l. L'insieme delle tre specie ha costituito in media lo 0,02% del popolamento a copepodi che vive dentro il fouling. Le maggiori abbondanze di *P. xiphophorus* e *Pseudocyclops* sp. sono state registrate nel mese di gennaio (Fig. 2), anche se, nei campionamenti dei mesi precedenti (ottobre, novembre e dicembre), eseguiti come saggi preliminari, sono state osservate abbondanze molto più alte. I dati relativi ai suddetti mesi non sono stati considerati in questo lavoro, poichè le specie *P. xiphophorus* e *Pseudocyclops* sp. non furono distinte. *P. umbraticus* è stato trovato con maggiore abbondanza e frequenza nei campioni del fondo (in media 4 ind./campione) e del plancton notturno ( $0,4$  ind./m<sup>3</sup>).

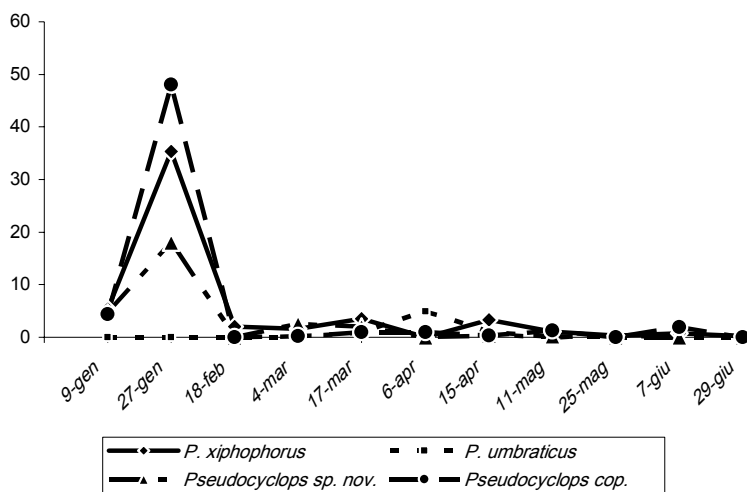


Fig. 2 - Distribuzione temporale delle specie di *Pseudocyclops* nel Lago di Faro (2004).  
Temporal distribution of *Pseudocyclops* species living in Lake Faro (2004).

## Conclusioni

L'insieme delle specie del genere *Pseudocyclops* costituiscono una frazione molto piccola sia del popolamento a Copepodi del fouling che del plancton. Nonostante la loro bassa abbondanza, le specie dei Copepodi Calanoidi bento-planctonici potrebbero essere importanti nei termini di biodiversità e di nicchia ecologica, inoltre con le loro migrazioni circadiane costituiscono una via di collegamento tra i sistemi bentonico e planctonico.

Il ritrovamento nel lago di Faro di *P. umbraticus*, *P. xiphophorus* e *Pseudocyclops* sp. rappresenta un interessante caso di distribuzione zoogeografica e di coesistenza di specie congeneri che si ripartiscono in diversi habitats dello stesso ecosistema. Fino ad oggi, *P. xiphophorus* è stato trovato soltanto nell'Oceano Indiano nelle acque costiere dell'Isola Inhaca, Mozambico. Gli esemplari trovati nel lago di Faro possono essere considerati una popolazione relitta di origine indo-pacifica (Zagami *et al.*, 2005). La presenza nel lago di Faro di un'altra specie del suddetto genere, *Pseudocyclops* sp., nuova alla scienza (com. pers.) molto simile a *P. xiphophorus*, confermerebbe l'ipotesi che quest'ultima specie sia una popolazione relitta, dalla quale abbia preso origine la nuova specie di *Pseudocyclops*. Il genere *Pseudocyclops* esibisce un completo modello tetiano di distribuzione zoogeografica similmente a molti taxa di Calanoidi e Platycopioidi di acque basse costiere (Ohtsuka *et al.*, 1999), di ambienti salmastri costieri (Campolmi *et al.*, 2002) e grotte sottomarine (Jaume e Boxshall, 1995). Come suggerito da Stock (1993) questi taxa esisterebbero sin dal Mar della Tetide (da circa 120 a 20 milioni di anni). *P. xiphophorus* appartiene al gruppo di specie "magnus" (Ohtsuka *et al.*, 1999), il quale presenta una distribuzione circumglobale. La separazione e l'isolamento delle specie dei copepodi bento-planctonici, a causa dello scorrimento

continentale e conseguenti barriere oceanografiche che interruppero il flusso di geni dalle antiche popolazioni, potrebbe aver favorito speciazioni allopatriche. Le specie che hanno seguito linee evolutive separate, divenendo specie nuove, insieme a quelle che hanno mantenuto le linee ancestrali, acquisendo lo status di popolazioni relitte, costituiscono l'attuale gruppo ecologico dei copepodi bento-planctonici del Mediterraneo.

### Bibliografia

- CAMPOLMI M., ZAGAMI G., PELLERITO R., GRANATA A., MAZZOLA A. (2002) - Variazioni spazio-temporali del popolamento a Calanoidi iperbentonici (Crustacea: Copepoda) in un ambiente costiero mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **9**: 350-357.
- JAUME D., BOXSHALL G.A. (1995) - A new species of *Exumella* (Copepoda: Calanoida: Ridgewayiidae) from anchialine caves in the Mediterranean. *Sarsia.*, **80**: 93-105.
- OHTSUKA S., FOSSHAGEN A., PUTCHAKARN S. (1999) - Three new species of the demersal calanoid copepod *Pseudocyclops* from Phuket, Thailand. *Plankton Biol. Ecol.*, **46**: 132-147.
- STOCK J.H. (1993) - Some remarkable distribution patterns in stycobiont Amphipoda. *J. Nat. Hist.*, **27**: 807-819.
- ZAGAMI G., COSTANZO G., CRESCENTI N. (2005) - First record in Mediterranean Sea and redescription of the benthic-planktonic calanoid copepod species *Pseudocyclops xiphophorus* Wells, 1967. *J. Mar. Systems*, **55**: 67-76.

M. BOTTARO, M. VACCHI, C. ATKINSON<sup>1</sup>, S. FERRANDO<sup>2</sup>, T. FERRANDO<sup>3</sup>, L. GIROSI<sup>2</sup>,  
L. GALLUS<sup>3</sup>, G. TAGLIAFIERRO<sup>3</sup>

ICRAM, c/o Museo Nazionale dell'Antartide, Università di Genova,  
Viale Benedetto XV, 5 - 16132 Genova, Italy.

<sup>1</sup>Environment Agency, Warrington, United Kingdom.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italy.

<sup>3</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Genova, Italy.

<sup>4</sup>Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli "Federico II", Italy.

## THE AMPULLAE OF LORENZINI IN CARTILAGINOUS FISHES: MORPHOLOGICAL AND HISTOCHEMICAL ASPECTS

### *LE AMPOLLE DEL LORENZINI NEI PESCI CARTILAGINEI: ASPETTI MORFOLOGICI ED ISTOCHEMICI*

#### **Abstract**

*The ampullae of Lorenzini are highly specialized electroreceptors, used by cartilaginous fishes for important biological functions such as prey detection, navigation and mate location. We studied these sensory organs in six Mediterranean elasmobranchs using histological and histochemical methods. Preliminary data on their anatomy have been reported.*

**Key-words:** ampullae of Lorenzini, elasmobranch, electroreception, histochemistry, histology.

#### **Introduction**

The ampullae of Lorenzini are highly specialized electroreceptors, used by the elasmobranchs for important biological functions such as prey detection, navigation and mate location (Kalmijn, 1982; Tricas *et al.*, 1995, Raschi & Gerry, 2003). Ampullae are composed of an enlarged terminal portion and a canal. The internal part of the ampulla is filled with a gelatinous mucopolysaccharide substance which plays an important role in the conductivity of the electric signals (Brown *et al.*, 2002). The aim of the present study is to observe the histomorphology and ultrastructural aspects at the scanning electron microscope (SEM) of the ampullae of Lorenzini in different demersal elasmobranchs from Mediterranean Sea.

#### **Materials and methods**

Specimens of *Etmopterus spinax*, *Galeus melastomus*, *Heptranchias perlo*, *Mustelus mustelus*, *Scyliorhinus canicula* and *Torpedo marmorata* were collected in the Ligurian Sea and in the Southern-Central Mediterranean Sea by professional bottom trawlers. The ampullae of Lorenzini were prepared in different ways for SEM and LM observations. The renewal of the sensory epithelium and the innervation of the ampulla were studied by immunohistochemical method and the TUNEL reaction. A 3D-r of the ampullae was also accomplished using the free software for image analysis and 3D-r, ImageJ/SurfaceJ on serial sections of dewaxed ampullae.

#### **Results**

A particular organization of the ampullae was observed in *H. perlo* and *T. marmorata*. In the *H. perlo* the short canal branches and ends in small round



ampullae constituted by numerous alveoli. In *T. marmorata* each ampulla is surrounded by a dense connective capsule. The internal part of the ampulla is divided in sensory alveoli and it is filled with a gelatinous mucopolysaccharide substance (Fig. 1). Cell proliferation occurs in well defined areas, such as at the periphery of the so called “central cap” and in the flat epithelium located on the partitions between alveoli. Nerve fibres enter in the dilated portion of the ampulla, then branch and end beneath sensory cells.

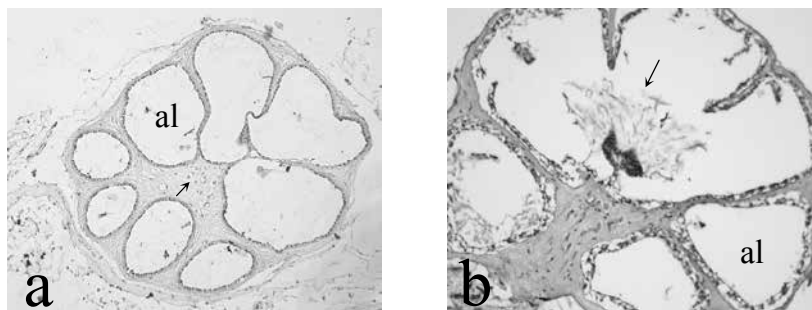


Fig. 1 - Histological sections of the enlarged terminal portion of the ampulla divided in sensory alveoli (al): a) *G. melastomus*, note the nerve fibers (H. E.,  $\times 200$ ); b) *M. mustelus*, note the ampullary gel (H. E.,  $\times 250$ ).

Sezioni istologiche della porzione dilatata e terminale dell'ampolla suddivisa in alveoli sensoriali: a) *G. melastomus*, notare le fibre nervose (E. E.,  $\times 200$ ); b) *M. mustelus*, notare la sostanza gelatinosa presente nell'ampolla (E. E.,  $\times 250$ ).

## Conclusions

Interspecific variation in the anatomical organization of the ampullae could reflect relationships with taxonomic and ecological features. These need to be further investigated in order to clarify the eco-morphological role of the ampullae of Lorenzini. Furthermore, improved knowledge of electroreception of cartilaginous fishes could be useful for a range of applied problems in elasmobranch biology, fisheries and conservation.

## References

- BROWN B., HUTCHISON J.C., HUGHES M.E., KELLOGG D.R., MURRAY R.W. (2002) - Electrical characterization of gel collected from shark electrosensors. *Phys. Rev. E*, **65**: 061903.
- KALMIJN A.J. (1982) - Electric and magnetic field detection in elasmobranch fishes. *Science*, **218**: 916-918.
- RASCHI W., JERRY S. (2003) - Adaptations in the elasmobranch electroreceptive system. In: A.L. Val & B.G. Kapoor (eds), *Fish Adaptations*, Science Publisher: 233-258.
- TRICAS T.C., MICHAEL S.W., SISNEROS J.A. (1995) - Electrosensory optimization to conspecific phasic signals for mating. *Neurosci. Lett.*, **202** (1-2): 129-132.

A. CARDONA, M.M. YAKIMOV<sup>1</sup>, M.G. GIACOBBE<sup>1</sup>, A. LUGLIÈ<sup>2</sup>, E. DE DOMENICO

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

<sup>1</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - C.N.R., Sezione Talassografico,  
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Botanica ed Ecologia Vegetale, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

## STUDIO DI MICROFLORA FISIOLGICAMENTE ATTIVA ASSOCIATA AD *ALEXANDRIUM* SPP. (DINOPHYCEAE)

### *ACTIVE BACTERIA ASSOCIATED WITH ALEXANDRIUM SPP. (DINOPHYCEAE)*

#### **Abstract**

*Clones and natural samples of Alexandrium spp. (Dinophyceae) from three Mediterranean sites were studied to investigate the associated active bacteria using a biomolecular analysis, URA (Upstream independent ribosomal RNA amplification Analysis, and to study microbial diversity using 16S rRNA Analysis.*

**Key-words:** *associated bacteria, Alexandrium spp., URA.*

#### **Introduzione**

Le interazioni fra alghe e batteri comunemente osservate, sia *in vitro* che *in vivo*, hanno messo in luce l'esistenza di relazioni importanti, tali da indurre a considerare i batteri come simbionti. Negli ultimi anni, in particolare, è stata formulata l'ipotesi che batteri marini associati con i dinoflagellati giochino un ruolo nella produzione di PSTs (Paralytic Shellfish Toxins) (Gallagher *et al.*, 1997; Hold *et al.*, 2001). Resta ancora da investigare la precisa relazione tra batteri e dinoflagellati nella produzione di tossine ed in particolare quali fattori ambientali ed elementi genetici siano coinvolti.

Le difficoltà che si incontrano nell'affrontare lo studio della microflora associata sono molteplici e di diversa natura, per esempio legate all'identificazione di microrganismi realmente associati distinguendoli da quelli presenti accidentalmente, o anche difficoltà nell'isolamento e coltivazione (mezzi di coltura inadeguati, microrganismi "uncultured"). Per superare alcune di queste difficoltà e per ottenere un migliore approccio nello studio della microflora associata, nel presente studio è stata utilizzata una tecnica biomolecolare: l'URA (Upstream independent ribosomal RNA amplification Analysis).

#### **Materiali e metodi**

I dinoflagellati oggetto di studio sono campioni naturali e cloni di *Alexandrium* spp. provenienti da tre diverse aree del Mar Mediterraneo (stagno salmastro di Marinello: campioni 4, 12; Mar Piccolo di Taranto: campione 13; area portuale di Olbia: campioni 2, 6, 8, 10, 11) e prelevati nell'ambito del Progetto EC Strategy (EVK3-CT-2001-00046). E' stata effettuata sui campioni l'estrazione dell'rRNA 16S con un mini-kit (Qiagen) per estrazione DNA/RNA secondo pro-

toocollo; i campioni sono stati quindi trattati secondo protocollo URA (Yakimov *et al.*, 2001). I frammenti ottenuti sono stati analizzati tramite T-RFLP e confrontati con la T-RFLP virtuale, disponibile nel data bank Ribosomal Database Project (RDP; Maidak *et al.*, 1997).

## Risultati

Nel confronto con la T-RFLP virtuale, disponibile su internet nel data bank Ribosomal Database Project, i patterns rilevati avevano affiliazione filogenetica con quelli appartenenti a batteri prevalentemente marini affiliati a diversi gruppi. Esclusivamente in base ai dati forniti dal databank il genere identificato relativamente più abbondante e frequente è *Cytophaga* (Tab. 1), ed il genere *Arcobacter*, ma con percentuali molto basse. Il genere *Sulfurospirillum* è stato rinvenuto unicamente in campione 13 ma in percentuale significativa (18%). Il clone VC,1 Arc5 è stato invece rinvenuto in 6 degli 8 campioni. La microflora sembra non essere ristretta solo alla sottoclasse  $\alpha$  e  $\gamma$  dei Proteobatteri come evidenziato da altri autori (Gallagher e Smith, 1999).

Tab. 1 - Alcune delle affiliazioni filogenetiche rilevate dai patterns T-RFLP in seguito al confronto con la T-RFLP virtuale, disponibile su internet nel data bank Ribosomal Database Project (RDP; Maidak *et al.*, 1997).

*Some phylogenetic affiliations showed from T-RFLP patterns after virtual T-RFLP comparison, available in Ribosomal Database Project databank (RDP, Maidak et al., 1997).*

| Organismo                                           | Affiliazione filogenetica   | Percentuale relativa                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Cytophaga</i> sp. Str AA8-2                      | CFB                         | 24 % campione 2<br>7 % campione 11<br>7% campione 13                                 |
| Uncultured $\gamma$ -proteobacterium                | $\gamma$ -proteobacterium   | 17 % campione 12                                                                     |
| <i>Sulfurospirillum</i> uncultured bacterium ACE-24 | $\alpha$ -proteobacterium   | 18 % campione 13                                                                     |
| Unidentified proteobacterium                        | unclassified bacterium      | 21% campione 2<br>6% campione 10                                                     |
| <i>Halomonas</i> salina                             | $\gamma$ -proteobacterium   | 4% campione 8<br>4% campione 10<br>3% campione 11<br>4% campione 12                  |
| <i>Flavobacterium</i> str. (IAM 14301               | CFB                         | 6% campione 4<br>4% campione 6<br>4% campione 10                                     |
| Clone Adriatic87                                    | unidentified bacterium      | 3% campione 2<br>3% campione 6<br>3% campione 11<br>4% campione 12                   |
| Uncultured archaeon VC2.1 Arc5                      | archaea                     | 2% campione 2<br>2% campione 6<br>1% campione 8<br>2% campione 13                    |
| <i>Arcobacter</i> uncultured bacterium PENDANT-6    | $\epsilon$ -proteobacterium | 2% campione 2<br>2% campione 8<br>1% campione 11<br>2% campione 12<br>2% campione 13 |

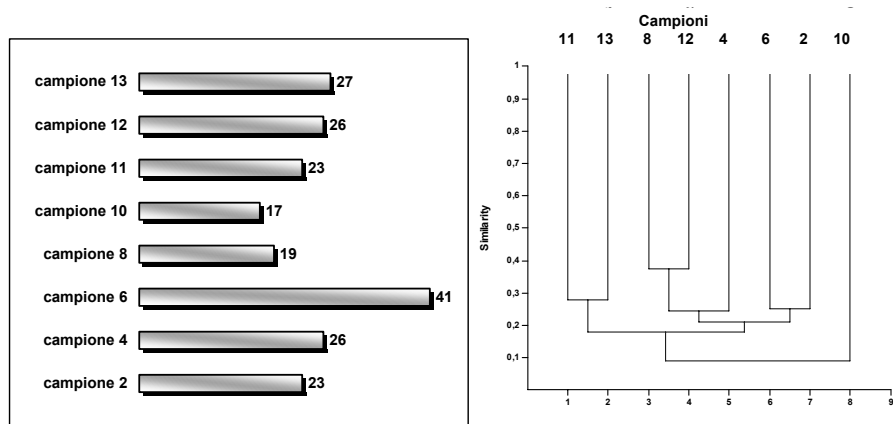


Fig. 1 - Numero di unità tassonomiche presenti in ogni campione analizzato tramite FURA, e raggruppamenti e similarità fra i campioni analizzati tramite FURA.

*Taxonomic units number for each sample, clusters and similarities among samples analysed by FURA technique.*

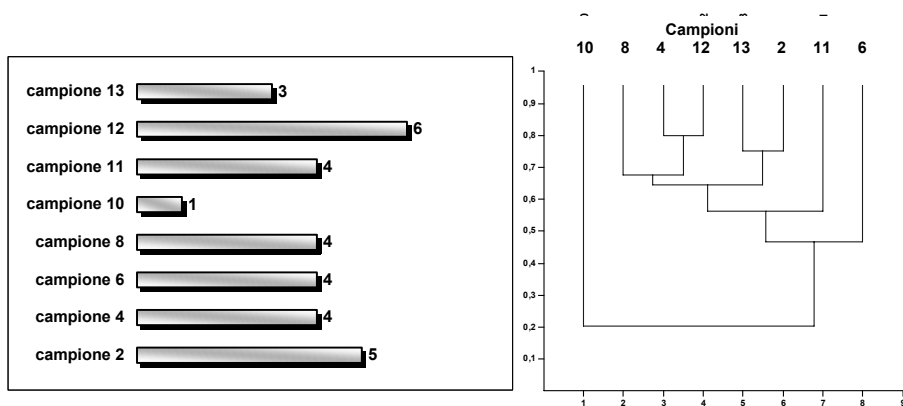


Fig. 2 - Numero di unità tassonomiche presenti in almeno il 37,5% dei campioni analizzati tramite FURA e raggruppamenti e similarità fra i campioni analizzati tramite FURA che hanno in comune almeno il 37,5% dei gruppi.

*Taxonomic units number found in almost 37.5% of samples analysed by FURA technique and clusters and similarities among samples analysed with FURA technique showing at least 37.5% of clusters in common.*

Dai patterns T-RFLP emerge una maggiore diversità complessiva nei campioni 4, 12, 13. Il campione 6 non risulta essere significativo poiché in base al calcolo della media e della deviazione standard non è compreso nel range previsto ( $25,25 \pm 7,4$ ). Effettuando una cluster analysis è stato ottenuto il dendrogramma riportato in Fig. 1, da cui emerge secondo la percentuale di similarità che il campione 10 è il più lontano dal resto dei campioni per una diversità maggiore; i campioni 12 e 4, entrambi appartenenti a campioni naturali, si ritrovano nello stesso gruppo, come campione 6 e campione 2 entrambi provenienti dal Golfo di Olbia.

Una seconda cluster analysis è stata eseguita tenendo conto delle unità tassonomiche presenti almeno con una percentuale del 37,5% in ogni libreria (Fig. 2). Da questo dendrogramma emerge che il campione 10 rimane sempre distante rispetto alle altre librerie, resta invariato il raggruppamento dei campioni 4, 12, 8, mentre cambia leggermente la condizione per i campioni 13, 2, 11 e 6.

Tab. 2 - Affiliazioni filogenetiche di isolati e cloni, percentuali di similitudine con l'organismo più simile e frammento corrispondente alla T-RFLP.

*Phylogenetic affiliations of clones and isolates, percentage identity with closest relative and corresponding fragment to T-RFLP.*

| Isolato    | Organismo più simile                         | Affiliazione filogenetica | Percentuale di similitudine | Frammento corrispondente alla T-RFLP |
|------------|----------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| ATA A4 7   | Antartic bacterium R-9221                    | unclassified bacterium    | 95,30%                      | 93                                   |
| ATA A6 6   | <i>Sphingomonas</i> sp. SW 54                | $\alpha$ -proteobacterium | 99,72%                      | 32                                   |
| ANT3       | <i>Sphingomonas</i> sp. SW 54                | $\alpha$ -proteobacterium | 93,55%                      | 32                                   |
| ATA A6     | Antartic bacterium sp. R-9221                | unclassified bacterium    | 93,80%                      | 93                                   |
| ACAT OL2 3 | <i>Sulfitobacter</i> sp. EE-36               | $\alpha$ -proteobacterium | 88,13%                      | 32                                   |
| 9 N        | $\alpha$ -proteobacterium MBC 3              | $\alpha$ -proteobacterium | 97,50%                      | /                                    |
| 3 SYMB     | $\alpha$ -proteobacterium MBC 3              | $\alpha$ -proteobacterium | 96,50%                      | 1092                                 |
|            | <i>Stappia</i> sp. M8                        | $\alpha$ -proteobacterium | 94,80%                      |                                      |
| ATA A6 2   | Marine arctic deep sea bact.                 | unclassified bacterium    | 82,14%                      | 155                                  |
| AMI 2      | <i>Marinobacter</i> sp. MR-5                 | $\gamma$ -proteobacterium | 86,60%                      | 51                                   |
| ACAT OL2 4 | <i>Marinobacter</i> sp. MR-6                 | $\gamma$ -proteobacterium | 88,40%                      | 46                                   |
| 2 SYMB     | Uncultured bacterium clone MN13BT4-61        | unclassified bacterium    | 87,62%                      | 50                                   |
| 7 N        | <i>Saccharospirillum impatiens</i>           | $\alpha$ -proteobacterium | 97,65%                      | 802                                  |
| 7 a        | <i>Microscilla furvescens</i>                | $\alpha$ -proteobacterium | 97,10%                      | 198                                  |
| Clone      | Organismo più simile                         | Affiliazione filogenetica | Percentuale di similitudine | Frammento corrispondente alla T-RFLP |
| C-1        | <i>Desulfobacterium phenolicum</i>           | $\delta$ -proteobacterium | 93,10%                      | 157                                  |
| C-2        | Unidentified $\gamma$ -proteobacterium OD5G6 | $\gamma$ -proteobacterium | 91,30%                      | 153                                  |
| C-3        | <i>Hyphomonas jannaschiana</i>               | $\alpha$ -proteobacterium | 97,80%                      | 149                                  |
| C-4        | <i>Hyphomonas jannaschiana</i>               | $\alpha$ -proteobacterium | 97,40%                      | 149                                  |
| C-5        | <i>Marinobacter</i> sp. PCOB                 | $\gamma$ -proteobacterium | 97,70%                      | 209                                  |

Per ciò che concerne la presenza percentuale delle unità tassonomiche maggiormente riscontrate fra le 8 librerie analizzate tramite URA, le più abbondanti sono quelle corrispondenti ai patterns 76 e 80 della T-RFLP con il 75% (Fig. 3). I patterns 69 e 93 si ritrovano con la presenza del 50%, e confrontati con i patterns virtuali di cloni e di isolati già sequenziati (Tab. 2), appartengono rispettivamente

a clone C-6 (*Maricaulis* sp. MCS06) e agli isolati ATA A6 e ATA A4 7 (Antarctic bacterium R-9221).

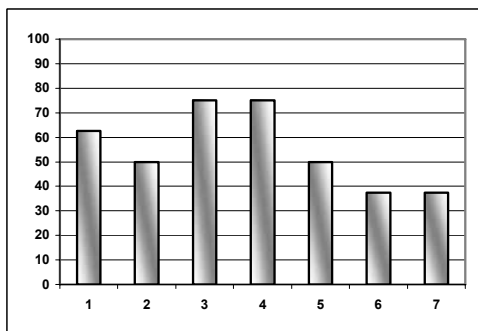


Fig. 3 - Presenza percentuale delle unità tassonomiche maggiormente riscontrate fra le 8 librerie di cloni analizzate tramite URA.

*Percentage of main taxonomic units showed in 8 clones libraries analysed by URA technique.*

## Conclusioni

Risultati emersi dalla F-URA non lasciano intravedere un comune denominatore tra batteri e dinoflagellati; non traspare la presenza di un ceppo o genere che sia sempre rinvenibile in tutti i campioni di microalghe presi in esame e tutti responsabili della produzione di PSTs. Vista la diversità ottenuta fra i diversi campioni analizzati è anche ipotizzabile che non esista una sola specie o un solo genere batterico che interagisce per la produzione di tossine ma si tratti di più unità tassonomiche che ricoprono una particolare nicchia ecologica all'interno del dinoflagellato, formando per esempio dei consorzi. L'aver isolato un microrganismo presente nel 50% dei campioni analizzati fornisce l'ulteriore possibilità di verificare la sua reale associazione al dinoflagellato e la posizione nei suoi confronti.

## Bibliografia

- GALLAGHER S., SMITH E.A. (1999) - Bacteria and Paralytic Shellfish Toxins. *Protist*, **150**: 245-255.
- GALLAGHER S., FLYNN K.J., FRANCO J.M., BRUEGGEMANN E.E., HINES H.B. (1997) - Evidence for the production of paralytic shellfish toxins by bacteria associated with *Alexandrium* spp. (Dinophyta) in culture. *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**: 239-245.
- HOLD G.L., SMITH E.A., BIRBECK T.H., GALLAGHER S. (2001) - Comparison of paralytic shellfish toxin (PST) production by the dinoflagellates *Alexandrium lusitanicum* NEPCC 253 and *Alexandrium tamarense* NEPCC 407 in the presence and absence of bacteria. *FEMS Microbiol. Ecol.*, **36**: 223-234.
- MAIDAK B.L., OLSEN G.J., LARSEN N., OVERBEEK R., MCCAUGHEY M.J., WOESE C.R. (1997) - The RDP (Ribosomal Database Project). *Nucleic Acids Res.*, **25**: 109-111.
- YAKIMOV M.M., GIULIANO L., TIMMIS K.N., GOLYSHIN P.N. (2001) - Upstream-Independent ribosomal RNA amplification analysis (URA): a new approach to characterizing the diversity of natural microbial communities. *Environ. Microbiol.*, **3** (10): 662-666.

Ricerca parzialmente svolta con finanziamenti dell'Università di Messina (Giovani Ricercatori)

E. COLUCCIA, S. SALVADORI, R. CANNAS, A. MILIA, A.M. DEIANA

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari,  
Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.  
coluccia@unica.it

## PRIMI DATI SULLA CARIOLOGIA DI *PALINURUS GILCHRISTI* (CRUSTACEA, DECAPODA)

### *FIRST DATA ON THE KARYOLOGY OF PALINURUS GILCHRISTI* (CRUSTACEA, DECAPODA)

#### **Abstract**

*We studied the mitotic and meiotic chromosomes of *Palinurus gilchristi* (Decapoda, Palinuridae). C and fluorochrome banding allowed to localize and characterize constitutive heterochromatin. Supernumerary chromosomes have been identified, their presence could account for the numerical variability observed.*

**Key-words:** marine crustaceans, cytogenetics, chromosomes, karyology, meiosis, mitosis.

#### **Introduzione**

Nell'ambito di uno studio sulla citotassonomia dei Palinuridi, in questo lavoro sono riportati primi dati sulla carilogia dell'aragosta del sud *Palinurus gilchristi* Stebbing, 1900, specie endemica della platea continentale del Sud Africa e attualmente commercializzata in Italia. L'applicazione delle tecniche di bandeggio C e con fluorocromi ha permesso la caratterizzazione dell'eterocromatina costitutiva e l'identificazione di cromosomi soprannumerari. I risultati ottenuti sono stati inoltre confrontati con i dati citogenetici sulle altre specie di Palinuridi studiate.

#### **Materiali e metodi**

Gli esemplari sono stati reperiti presso la grande distribuzione. I preparati cromosomici sono stati ottenuti dal tessuto testicolare di cinque individui mediante metodo diretto e colorazione di Wright (Coluccia *et al.*, 2001). Il bandeggio C è stato ottenuto secondo Deiana *et al.* (1996), e i bandeggi con i fluorocromi DAPI e cromomicina A<sub>3</sub> (CMA<sub>3</sub>) secondo Schweizer (1976).

#### **Risultati**

Il complemento cromosomico di *P. gilchristi* è composto da cromosomi di piccole dimensioni, meta-, submeta- e acrocentrici e da microcromosomi (Fig. 1a). È stata riscontrata una variabilità numerica nel conteggio di metafasi sia mitotiche che della seconda divisione meiotica; il numero aploide è compreso tra 60 e 72 e il numero diploide tra 120 e 132. Nelle metafasi della prima divisione meiotica sono presenti tetradi con diversa morfologia: ad anello, a croce e a manubrio, sono inoltre identificabili alcuni piccoli cromosomi non appaiati e in numero variabile da 3 a 7 (Fig. 1b). L'eterocromatina costitutiva è stata localizzata mediante bandeggio C nel centromero di tutti i cromosomi, nella regione paracentromerica di alcune coppie e nei piccoli cromosomi non appaiati in metafase I (Fig. 1b). La

colorazione sequenziale di alcune metafasi I e II con CMA<sub>3</sub> e DAPI, fluorocromi specifici rispettivamente per il DNA ricco in GC e in AT, ha evidenziato che alcune regioni eterocromatiche sono positive alla CMA<sub>3</sub> e altre al DAPI, alcuni cromosomi sono interamente fluorescenti dopo CMA<sub>3</sub> e poco colorati con il DAPI (Fig. 1c, d).

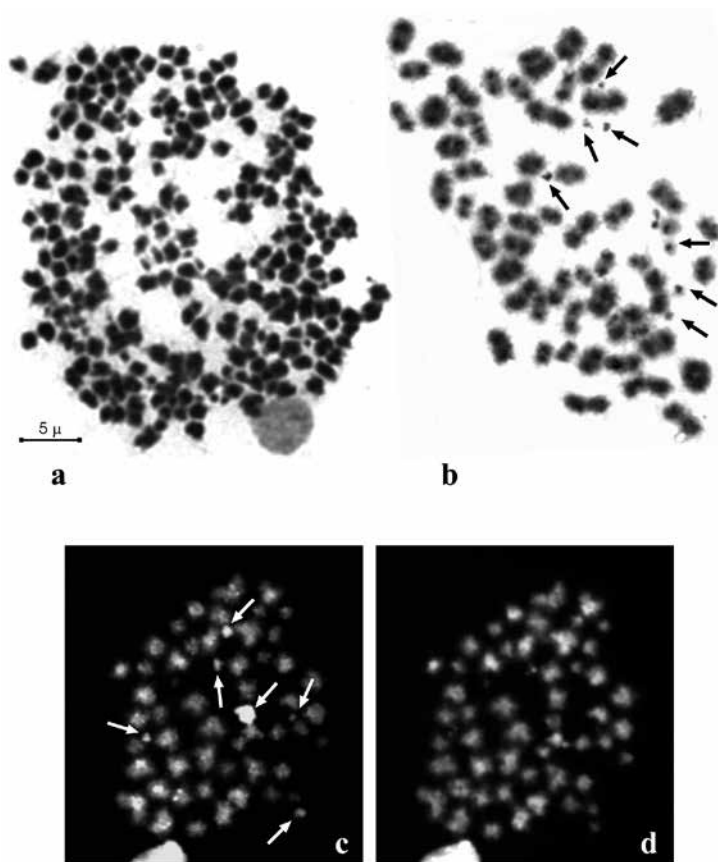


Fig. 1 - a) metafase mitotica dopo colorazione di Wright; b) metafase meiotica I dopo bandeggio C, le frecce indicano i cromosomi eterocromatici non appaiati; c, d) colorazione sequenziale di una metafase meiotica II con CMA<sub>3</sub> (c) e DAPI (d), le frecce in (c) indicano alcuni cromosomi interamente fluorescenti.

*a) mitotic metaphase after Wright's staining; b) meiotic metaphase I after C-banding, arrows indicate the heterochromatic and unpaired chromosomes; c, d) sequential staining of a meiotic metaphase II with CMA<sub>3</sub> (c), and DAPI (d), arrows in (c) indicate some entirely fluorescent chromosomes.*

## Conclusioni

In *Palinurus gilchristi* è stata riscontrata una variabilità nel numero cromosomico correlata alla presenza di cromosomi B in numero variabile, eterocromatici e



asinaptici. Tra le 47 specie di Palinuridi (Lipcius e Eggleston, 2000), solo 6 sono state studiate dal punto di vista citogenetico (Tab. 1); tutte le specie sono caratterizzate da elevati numeri cromosomici e per le specie di *Palinurus* è riportata una variabilità numerica e la presenza di cromosomi B. Tali cromosomi B presentano inoltre caratteristiche simili: piccola dimensione, asinaptici, eterocromatici e alcuni con DNA ricco in GC (Coluccia *et al.*, 2005). La presenza di cromosomi B è stata riportata inoltre in altre due specie di Decapodi: *Nephrops norvegicus* e *Homarus americanus* (Deiana *et al.*, 1996; Coluccia *et al.*, 2001).

Tab 1 - Dati carilogici in Palinuridae.

*Karyological data in Palinuridae.*

| specie                        | numero cromosomico 2n | numero di cromosomi B | referenze                      |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| <i>Palinurus gilchristi</i>   | 120-132               | 3-7                   | Presente lavoro                |
| <i>Palinurus elephas</i>      | 138-150               | 4-13                  | Salvadori <i>et al.</i> , 1995 |
| <i>Palinurus mauritanicus</i> | 113-130               | 2-8                   | Coluccia <i>et al.</i> , 2003  |
| <i>Panulirus japonicus</i>    | 114<br>140            | —                     | Nakamura <i>et al.</i> , 1988  |
| <i>Panulirus marginatus</i>   | 118                   | —                     | Nakamura <i>et al.</i> , 1988  |
| <i>Panulirus regius</i>       | 158                   | —                     | Cannas <i>et al.</i> , 2004    |

## Bibliografia

- CANNAS R., DEIANA A.M., SALVADORI S., COLUCCIA E. (2004) - Dati preliminari sulla cariologia di *Panulirus regius* De Brito Capello, 1864 (Crustacea, Decapoda). *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 721-723.
- COLUCCIA E., CAU A., CANNAS R., MILIA A., SALVADORI S., DEIANA A.M. (2001) - Mitotic and meiotic chromosomes of the American lobster *Homarus americanus* (Nephropidae, Decapoda). *Hydrobiologia*, **449**: 149-152.
- COLUCCIA E., SALVADORI S., CANNAS R., DEIANA A.M. (2003) - Studio dei cromosomi mitotici e meiotici di *Palinurus mauritanicus* (Crustacea, Decapoda). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 1069-1071.
- COLUCCIA E., DEIANA A.M., CANNAS R., SALVADORI S. (2005) - Study of the nucleolar organizer region in *Palinurus elephas* (Crustacea, Decapoda). *Hydrobiologia* (in stampa).
- DEIANA A.M., COLUCCIA E., MILIA A., SALVADORI S. (1996) - Supernumerary chromosomes in *Nephrops norvegicus* (Crustacea, Decapoda). *Heredity*, **76**: 92-99.
- NAKAMURA H.K., MACHII A., WADA K.T., AWAJI M., TOWNSLEY S.J. (1988). A check list of Decapod chromosomes (Crustacea). *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*, **13**: 1-9.
- LIPCIUS R.N., EGGLESTON D.B. (2000). - Ecology and fishery biology of spiny lobsters. In: Phillips B.F., Kittaka J. (eds), *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture*, Blackwell Science, Oxford: 1-41.
- SALVADORI S., COLUCCIA E., MILIA A., DAVINI M.A., DEIANA A.M. (1995) - Studio sulla cariologia di *Palinurus elephas* Fabr. (Crustacea, Decapoda). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 581-583.
- SCHWEIZER D. (1976) - Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI. *Chromosoma*, **58**: 307-320.

I. DEL BARGA, G. FRENZILLI, V. SCARCELLI, C. GHEZZANI, E. CANTAFORA, A. BADESSO,  
J. STURVE\*, L. FÖRLIN\*, M. NIGRO

Dip. di Morfologia Umana e Biologia Applicata, Sezione di Biologia e Genetica, Università di Pisa,  
Via Volta, 4 - 56126 Pisa, Italia.  
ilariadelbarga@libero.it

\*Göteborg University, Dep. Zoology/Zoophysiology, Sweden.

## DANNO AL DNA VALUTATO CON IL *COMET ASSAY* IN *ZOARCES VIVIPARUS* PESCATI NEL PORTO DI GÖTEBORG

### *DNA DAMAGE IN THE EELPOUT (ZOARCES VIVIPARUS) FROM GÖTEBORG HARBOR: A COMET ASSAY EVALUATION*

#### **Abstract**

*This research is part of a wider ecotoxicological study planned to evaluate the biological impact of chemical contamination in the River Göta estuary, following a bunker oil spill (June 2003). Here we present data on the DNA strand breaks (by the comet assay) and the induction of apoptosis (by the diffusion assay) in nucleated erythrocytes of the eelpout *Zoarces viviparus* (Order: Perciformes, Class: Actinopterygii) caught in the study area and in a reference site. Polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites were also analyzed in the bile of experimental fish.*

**Key-words:** biomarkers, harbour, *Zoarces viviparus*, oil spills.

#### **Introduzione**

Negli estuari di molti fiumi europei spesso si concentrano attività ad alto impatto ambientale. Porti, raffinerie, centrali elettriche e depuratori sono responsabili del rilascio di sostanze tossiche in questi fragili ecosistemi, sia durante le normali operazioni sia in caso di incidente. Diversi contaminanti sono in grado di interagire con il DNA delle cellule viventi e quindi avere effetti genotossici quali modificazione delle basi azotate, rotture al DNA e legami crociati. Perciò la perdita di integrità del DNA è stata proposta come un sensibile indicatore di genotossicità ed un utile *biomarker* nel monitoraggio ambientale.

L'estuario del fiume Göta, che attraversa gran parte della Svezia occidentale, ospita il porto più grande della Scandinavia ed il più grande terminale petrolifero della Svezia. I sedimenti nell'estuario sono contaminati con composti come policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), furani, diossine e metalli pesanti. Inoltre alla fine di giugno del 2003 dalle 10 alle 100 tonnellate di petrolio, contenenti il 24,7% di IPA si sono accidentalmente riversate nel porto di Göteborg. Il petrolio si è disperso in acqua e ne è stata recuperata soltanto una minima quantità.

#### **Materiali e metodi**

I campionamenti sono stati svolti nei mesi di luglio 2003 (due settimane dopo la fuoriuscita di petrolio) e novembre 2003. Come siti di campionamento sono stati scelti Skalkorgarna (sito 2), nel porto di Göteborg, la zona che maggiormente risente dell'impatto dell'attività portuale, Aspholmarna (sito 3), la zona più inte-

ressata dallo sversamento e Nordre älv (sito 1) scelto come sito di controllo (vedi Fig. 1). I pesci avevano un peso medio di  $55.2 \pm 21.6$  g e una lunghezza media di  $22.8 \pm 2.3$  cm. Per le analisi sono stati utilizzati 12 pesci per sito. Gli eritrociti sono stati prelevati e processati per la valutazione dell'integrità del DNA (attraverso il *Comet assay*) e dell'incidenza di cellule apoptotiche (attraverso il *Diffusion assay*) in accordo con Frenzilli *et al.*, 1999 e Singh 2000. I livelli dei metaboliti degli IPA nella bile sono stati valutati in accordo con Aas *et al.*, 2000.

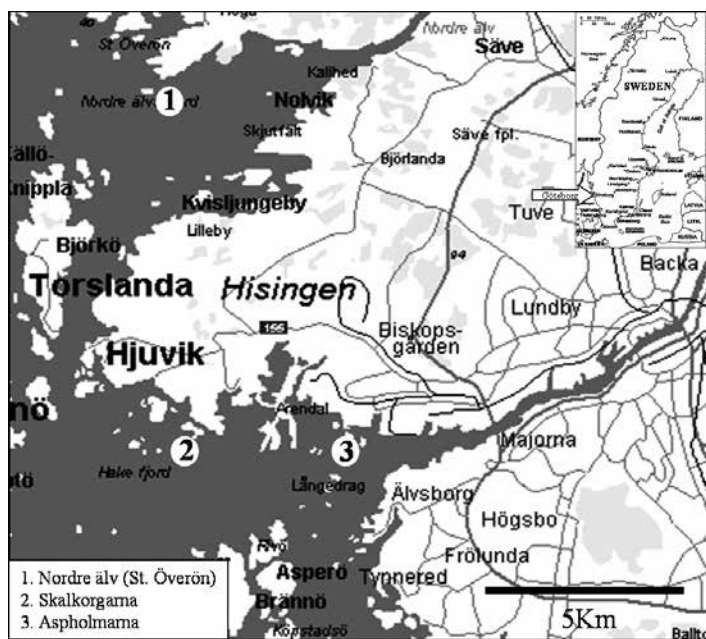


Fig. 1 - La mappa mostra i siti di campionamento nell'area del porto di Göteborg. 1, Nordre älv, (sito di controllo); 2, Skalkorgarna (nel porto di Göteborg); 3, Aspholmarna (all'interno del porto di Göteborg).

Map showing sampling sites in the Göteborg harbour area. 1, Nordre älv (reference site); 2, Skalkorgarna, (middle Göteborg harbour); 3, Aspholmarna (inner Göteborg harbour).

## Risultati

L'analisi multifattoriale della varianza ha rilevato un effetto sia del sito che del tempo di campionamento sull'integrità del DNA. Non è stato registrato alcun effetto del sesso sulla risposta osservata anche se occorre tener presente che il numero di individui maschi era piuttosto basso (15 maschi vs 57 femmine). Un livello più alto di danno genetico, valutato in termini di % di DNA migrato (Fig. 2), è stato riscontrato negli eritrociti dei pesci catturati nei siti 2 ( $34.72 \pm 14.32$ ) e 3 ( $39.35 \pm 13.61$ ) in luglio se comparati con quello misurato nel sito di riferimento 1 ( $13.22 \pm 7.06$ ).

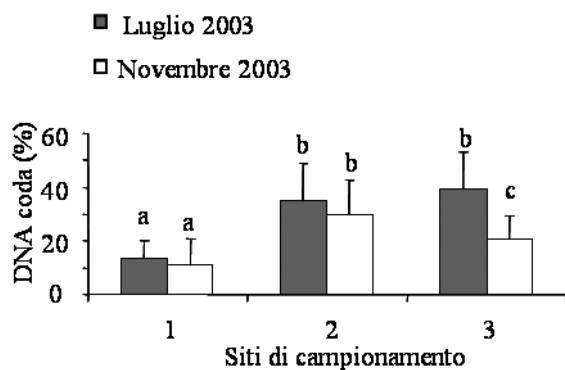


Fig. 2 - Integrità del DNA nei pesci campionati a luglio e novembre 2003. Le lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i gruppi.

*DNA integrity in eelpouts sampled in July and November 2003. Different letters indicate significant differences between the groups.*

Gli eritrociti degli animali catturati in novembre nel sito 1 e 2 mostravano la stessa percentuale di integrità del DNA riscontrata a luglio. I pesci del sito 3 che a luglio erano caratterizzati dalla più alta percentuale di danno, a novembre mostravano un livello di danno più basso ( $20,80 \pm 8,73$ ) ( $p < 0.01$ ).

Il *Diffusion assay* (Fig. 3) ha rilevato una generale riduzione del numero di cellule apoptotiche nei pesci catturati a novembre in tutti i siti, specialmente nel sito 3 (livelli di cellule apoptotiche 6,7 volte più bassi di quelli misurati a luglio,  $p = 0,01$ ).

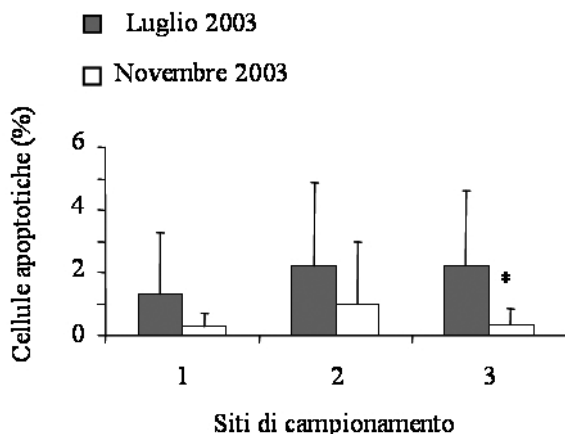


Fig. 3 - Percentuale di cellule apoptotiche nei pesci campionati nei tre siti a luglio e a novembre 2003. \* $p < 0.05$ .

*Percentage of apoptotic cells in fish sampled at the three sites both in July and in November 2003. \* $p < 0.05$ .*

L'analisi degli IPA nella bile ha dimostrato che i pesci dell'area portuale (siti 2 e 3) erano più esposti agli IPA di quelli dell'area di controllo. Inoltre a luglio si nota un drastico aumento della concentrazione dei metaboliti degli IPA nel sito 3 ( $23,82 \mu\text{g kg}^{-1}$  peso fresco  $\pm 33,06$ ), concentrazione che poi si è ridotta cinque mesi più tardi ( $3,02 \pm 1,85$ ). Lo stesso, come detto, si è verificato per quanto riguarda l'integrità del DNA: a 5 mesi dalla fuoriuscita di petrolio il danno registrato nei pesci campionati nel sito interessato (sito 3) si era ridotto di circa il 50%. È probabile che, oltre al ruolo svolto dai meccanismi di riparazione del DNA, tale riduzione del danno sia attribuibile al *turnover* completo degli eritrociti. I pesci pescati nel sito 2 non mostravano recupero dell'integrità del DNA. Ciò può essere dovuto al fatto che, sebbene il sito 2 sia stato meno interessato dalla perdita di petrolio, sia invece il più interessato dall'impatto dell'attività portuale; quindi la percentuale di danno genetico rilevata in questo sito riflette presumibilmente una condizione cronica di forte inquinamento chimico, sulla quale lo stress aggiuntivo della fuoriuscita di petrolio non ha rappresentato un evento biologicamente significativo.

## Conclusioni

I risultati di questo studio indicano che gli organismi marini che vivono negli estuari sono esposti a sostanze potenzialmente genotossiche. Inoltre l'ambiente marino intorno a Göteborg ha dovuto sopportare uno stress aggiuntivo nel 2003 dovuto all'attività di drenaggio del porto ed ad una perdita di petrolio avvenuta alla fine di giugno, due settimane prima del campionamento. L'esposizione dei pesci agli idrocarburi policiclici aromatici è ben documentata dalle alte concentrazioni dei metaboliti degli IPA nella bile dei pesci campionati nell'estuario dopo la fuoriuscita di petrolio. Questi dati concordano con quelli riguardanti l'integrità del DNA, confermando la sensibilità del Comet assay nel mettere in evidenza la presenza di sostanze genotossiche nell'ambiente marino.

## Bibliografia

- AAS E., BEYER J., GOKSØYR A. (2000) - Fixed wavelength fluorescence (FF) of bile as a monitoring tool for polyaromatic hydrocarbon exposure in fish: an evaluation of compound specificity, inner filter effect and signal interpretation. *Biomarkers*, **5**: 9-23.
- FRENZILLI G., SCARCELLI V., TADDEI F., NIGRO M. (1999) - Adaptation of SCGE for monitoring marine ecosystems. *Neoplasma*, **46**: 6-7.
- SINGH N.P. (2000) - A simple method for accurate estimation of apoptotic cells. *Exp. Cell. Res.*, **256**: 328-337.
- STURVE J., BALK L., FÖRLIN L. (2003) - Biomarker responses in eelpout (*Zoarces viviparus*) from the Göteborg harbour in the Swedish West coast. *Pollution Responses in Marine Organisms (PRIMO)*, Tampa (FL, USA): 116.

G. DE VICO, G. LICCIARDO, P. MAIOLINO\*, A. SFACTERIA, F. MARINO

Dept. of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Messina,  
Polo Universitario dell'Annunziata, Viale Annunziata - 98168 Messina, Italy.  
gdevico@unime.it

\*Dept. of Pathology and Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine,  
University Federico II, Naples, Italy.

## MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRIC STUDY ON RODLET CELLS FROM PARASITE INFECTED GILLS

### *STUDIO MORFOLOGICO E MORFOMETRICO SU RODLET CELLS DA BRANCIE DI PESCI PARASSITATI*

#### **Abstract**

*Aim of this study is to add more information on rodlet cells. For this purpose the authors investigated both morphological and morphometric parameters to assess whether or not a modification occurs in these cells under pathological conditions.*

**Key-words:** *morphometry, parasites, gills, fish.*

#### **Introduction**

The so-called rodlet cells (RCs) are peculiar cells associated with the epithelium and the endothelium of various organs of both freshwater and marine teleost fish. At date the proper biological role of these elements is still far to be clarified although it has been suggested that they could represent some kind of fish inflammatory cell. In order to contribute to the knowledge of the functional role of these interesting cells, the authors report the results of a morphological and morphometric study performed on RCs from gills of *Leuciscus cephalus* infected with both *Diplozoon paradoxum* and mixosporean spp.

#### **Materials and methods**

A total of twentyfour gills from twelve *Leuciscus cephalus* infected by both *Diplozoon paradoxum* and a mixosporean sp. were studied. Gills were fixed in formalin, paraffin-wax embedded and finally sectioned at 5  $\mu$ m. Tissues were routinely stained with haematoxylin and eosin and observed using light microscopy. Six gills from healthy *Leuciscus cephalus* were used as control group. Furthermore a morphometric study of the gill sub-endothelial RCs was performed using a computerized image analysis system. The latter consisted of a CCD videocamera connected with an optic microscope and a computer equipped with an Image-Pro Plus 4.1 analysis software. Briefly, images of gill sub-endothelial RCs were captured with a 40 $\times$  objective lens and displayed on the monitor screen. For each case at least 50 rcs were outlined using a draw-merge object function and measured in relation to their surface area, perimeter and form factor ( $\text{perimeter}^2/4\pi$  area). Finally a statistical analysis (ANOVA) was performed in order to detect any difference between RCs in healthy and ill animals.

## Results

In control fish, no histopathological changes were observed in gill epithelium. Sub-endothelial RCs showed flattened cytoplasms and nuclei (Fig. 1). They had a mean surface area of  $24,30 \pm 5,65 \mu\text{m}^2$ , a perimeter of  $19,18 \pm 2,17 \mu\text{m}$ , and a form factor of  $0,82 \pm 0,04$ . Histopathological examination of the affected gills showed severe epithelial hyperplasia with primary and secondary lamellae fusion. Eosinophilic granular cells were also observed, along with small haemorrhagic areas and RCs aggregation. The latter was also observed both in the internal surface of blood vessels and in sub-endothelial areas (Fig. 2). Furthermore, a morphological change in sub-endothelial RCs of infected fish was observed: RCs were pear-shaped, with spherical nuclei and easily recognizable rods inside the cytoplasm. This observation by morphometric evaluation. Morphometric data showed a surface area of  $48,91 \pm 5,66 \mu\text{m}^2$ , a perimeter of  $30,22 \pm 2,57 \mu\text{m}$ , and a form of  $0,83 \pm 0,03$ . The above parameters were statistically different from those observed in normal fish ( $p < 0,001$ ), except for the form factors.

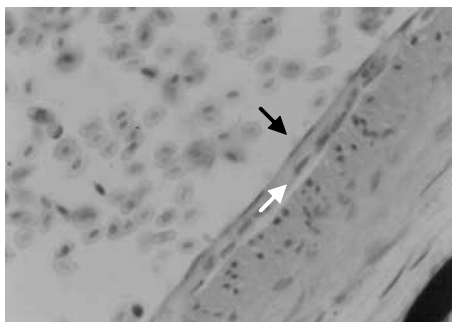


Fig. 1 - Flat rodlet cells (white arrow) arranged in a palisade-like pattern underneath the vessel endothelium (black arrow) of unparasitized gills (H&E 100 $\times$ ).

*Rodlet cells (freccia bianca) appiattite e disposte a palizzata al di sotto dell'endotelio vascolare (freccia nera) in branchie non parassitate.*

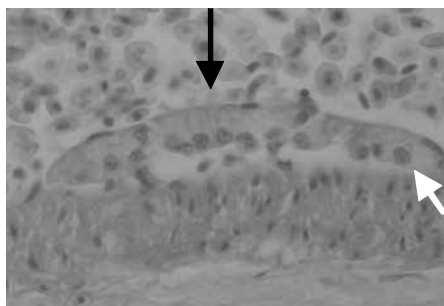


Fig. 2 - Sub-endothelial cluster of large rodlet cells (white arrow: RCs; black arrow: endothelium) in parasitized gills (H&E, 40 $\times$ ).

*Gruppo di rodlet cells (freccia bianca: rodlet cells; freccia nera: endotelio) di grandi dimensioni, in posizione sub-endoteliale, in branchie parassitate da mixosporidi e Diplozoon paradoxum.*



## Conclusions

In past and recent years, an exogenous, parasitic origin of RCs have been suggested; however, their structure, development and behaviour, as revealed by light and electron microscopy of normal and pathological tissues, support the opinion that RCs are endogenous teleost cells. In this regard, Matthey *et al.* (1979) suggested that RCs could be glandular elements able to secrete their contents into the blood, body cavity or overlying water. Others considered that RCs could be able to produce and secrete a kind of antibiotic substance (Leino, 1974; 1996), and that could represent an inflammatory cell type with granulocyte-like activity (Duthie, 1939). More recently, Reite (1987), Dezfuli *et al.* (1998, 2000) and Palenzuela *et al.* (1999) have stressed this hypothesis describing, in diseased fish, an increased number of RCs as a response to parasitic infection.

Data of this study showed that gill sub-endothelial RCs undergo to dramatic morphological changes during parasite infection, which could be related to cell activation against parasites. These data also suggest that RCs may play an important role in the non specific defence mechanisms of teleosts.

## References

- DEZFULI B.S., CAPUANO S., MANERA M. (1998) - A description of rodlet cells from the alimentary canal of *Anguilla anguilla* and their relationship with parasitic helminths. *Journal of Fish Biology*, **53**: 1084-1095.
- DEZFULI B.S., SIMONI E., ROSSI R., MANERA M. (2000) - Rodlet cells and other inflammatory cells of *Phoxinus phoxinus* infected with *Raphidascaris acus* (Nematoda). *Diseases of Aquatic Organism*, **43** (1): 61-69.
- DUTHIE E.S. (1939) - The origin, development and function of the blood cells in certain marine teleosts. I. Morphology. *Journal of Anatomy*, **73**: 396-412.
- LEINO R.L. (1974) - Ultrastructure of immature, developing and secretory rodlet cells in fish. *Cell and tissue research*, **155**: 367-381.
- LEINO R.L. (1996) - Reaction of rodlet cells to a myxosporean infection in kidney of the bluegill, *Lepomis macrochirus*. *Canadian Journal of Zoology*, **74**: 217-225.
- MATTHEY D.L., MORGAN M., WRIGHT D.E. (1979) - Distribution and development of rodlet cells in the gills and pseudobranch of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Journal of Fish Biology*, **15**: 363-370.
- PALENZUELA O., ALVAREZ-PELLITERO P., SITJA-BOBADILLA (1999) - Glomerular disease associated with *Polysporoplasma sparis* (Mixozoa) infections in cultured gilthead sea bream, *Sparus aurata* L. *Parasitology*, **118**: 245-256.
- REITE O.B (1987) - The rodlet cells of teleosts: evidence of activation in tissues exposed to noxious agents. In: *Abstract Book of VIII International Conference of European Association of Fish Pathologists*.



A. FABBROCINI, R. D'ADAMO, T. SCIROCCO, I. ROSATI

CNR Istituto di Scienze Marine, Sez. Ecosistemi Costieri e Lagunari,  
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.

## OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUL PERIODO DI MATURITÀ SESSUALE DI *ABRA OVATA* (MOLLUSCA, PELECYPODA) NELLA LAGUNA DI LESINA

### *PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE SPAWNING PERIOD OF ABRA OVATA (MOLLUSCA, PELECYPODA) FROM THE LESINA LAGOON*

#### **Abstract**

*The preliminary results of a research aimed to characterise the spawning period of Abra ovata (Mollusca, Bivalvia, Semelidae) from the Lesina lagoon (Southern Adriatic Coast, Italy) are herein reported. The A. ovata density showed a seasonal trend, with the highest levels in May and June, a decline during the winter period followed by a new increase according to the temperature increase. A. ovata mature specimens were recovered from May to August, with a peak in June-July.*

**Key-words:** *Abra ovata, reproductive cycle, environmental conditions.*

#### **Introduzione**

I molluschi pelecipodi del genere *Abra* sono organismi generalmente abbondanti tra la fauna dei bivalvi caratteristica dei fondali sabbiosi delle aree costiere dell'Atlantico orientale, del Mar Nero, del Mar Caspio, e di tutto il Mediterraneo, rappresentando una importante fonte di cibo per specie ittiche pregiate quali l'orata, la sogliola, lo storione (Ansell, 1974); la specie *A. ovata* (Philippi, 1836), caratterizzata da una conchiglia opaca di forma ovale, è stata descritta quale abbondante elemento della fauna macrobentica nelle lagune salmastre del Mediterraneo (Sprung, 1994). La letteratura riguardante la biologia riproduttiva di *A. ovata*, peraltro abbastanza scarsa, è basata principalmente su osservazioni indirette, per cui risulta difficile una sua correlazione con i parametri chimico-fisici, spesso caratterizzati da ampie e non sempre prevedibili fluttuazioni, dell'ambiente in cui l'organismo vive e si riproduce (Rossi *et al.*, 2001).

In questo lavoro sono riportati i risultati relativi alle prime osservazioni sul periodo di maturità sessuale di *A. ovata*, condotte nell'ambito di un più ampio studio teso a caratterizzarne il ciclo riproduttivo in relazione alle specifiche condizioni ambientali della laguna di Lesina (costa garganica, Adriatico Meridionale).

#### **Materiali e metodi**

Campioni di sedimento sono stati prelevati, con cadenza mensile da maggio 2002 a maggio 2004, mediante benna in sei stazioni localizzate nell'area occidentale della laguna; i valori di temperatura (°C), salinità (psu), ossigeno disciolto (mg/l) e pH sono stati misurati a livello del fondo in ogni punto di campionamento, mediante sonda multiparametrica (YSI 556MPS). Il sedimento è stato vagliato attraverso un setaccio con maglia da 1 mm e gli esemplari di *A. ovata* sono stati

recuperati ed esaminati allo stereomicroscopio per una preliminare identificazione degli individui maturi, prima di essere fissati in formalina per la successiva analisi istologica delle gonadi. La lunghezza delle valve è stata misurata mediante calibro (precisione 0.05 mm), le valve sono state poi delicatamente aperte con l'aiuto di un bisturi ed il corpo del mollusco, sgocciolato su carta assorbente, è stato pesato mediante bilancia analitica (precisione 0.2 mg). L'analisi granulometrica del sedimento è stata eseguita su campioni seccati in stufa (60 °C, overnight), digeriti con una soluzione di  $H_2O_2$  e frazionati mediante setacciatore in umido (maglia 63  $\mu m$ ).

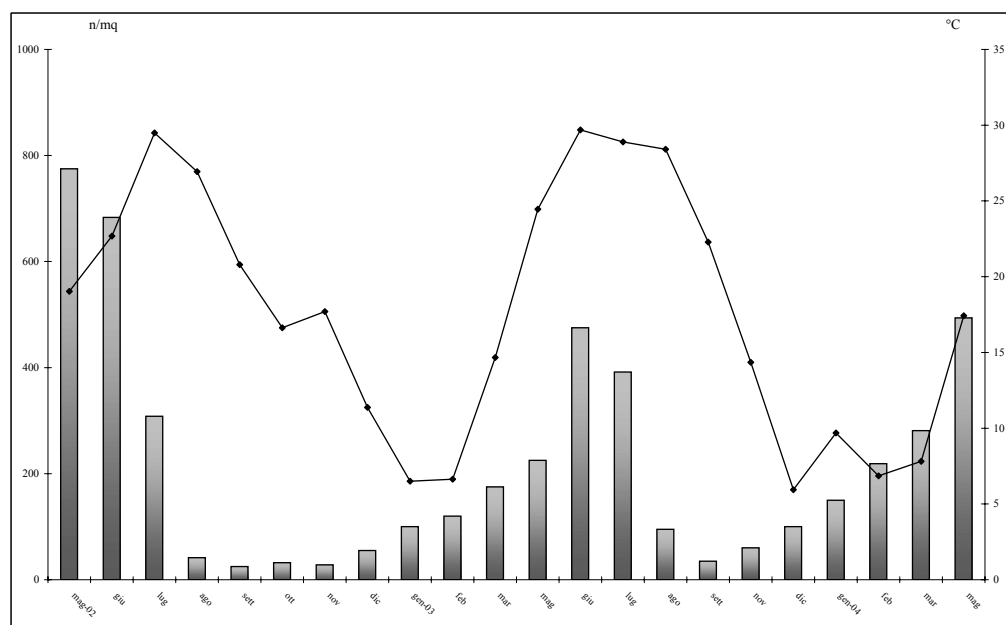


Fig. 1 - Andamento annuale della densità ( $n/m^2$ ) di *A. ovata* in relazione alla temperatura.  
*Annual trend of the A. ovata population density ( $n/m^2$ ) in relation to the temperature trend.*

## Risultati

L'analisi granulometrica mostra come la frazione principale del sedimento della laguna di Lesina risulti essere quella pelitica (<63  $\mu m$ ), che rappresenta circa il 90% del totale, mentre la restante parte è costituita essenzialmente da frammenti di valve ed altre strutture di origine organica. I principali parametri chimico-fisici presentano un andamento tipicamente stagionale, pressoché simile per i due anni di campionamento; la temperatura è oscillata da 5–6 °C in dicembre-gennaio a 29–30 °C in giugno-luglio; la salinità da 14–15 psu in febbraio-marzo a 34–35 psu in agosto-settembre; l'ossigeno disciolto da 4–5 mg/l in giugno-agosto a 12–14 mg/l in febbraio-marzo; il pH si è mantenuto costante intorno a 8, con un minimo di

7.69 ed un massimo di 9.05. La densità (Fig. 1) della popolazione di *A. ovata* nell'area campionata mostra un andamento ciclico annuale, ancora una volta simile per i due anni di campionamento, con le più alte densità registrate tra maggio e giugno, un successivo declino nei mesi invernali ed un nuovo incremento della popolazione, dovuto al reclutamento dei giovanili, a partire da marzo. Individui maturi sono stati riscontrati tra maggio e agosto, con le maggiori frequenze in giugno e luglio; in particolare, all'inizio della stagione riproduttiva si riscontrano individui maturi solo fra quelli di taglia  $\geq 12$  mm, mentre in seguito raggiungono la maturità sessuale anche individui di taglia 9-11 mm. L'andamento annuale del peso umido (Fig. 2), valutato in organismi adulti di taglia omogenea (14 mm), sembra essere legato allo stadio del ciclo riproduttivo: dopo un brusco decremento tra luglio e agosto in seguito all'emissione dei gameti, il peso aumenta, fino a marzo lentamente, ed in seguito molto più rapidamente, per raggiungere il massimo tra maggio e giugno, in corrispondenza dell'avvenuta maturazione delle gonadi.

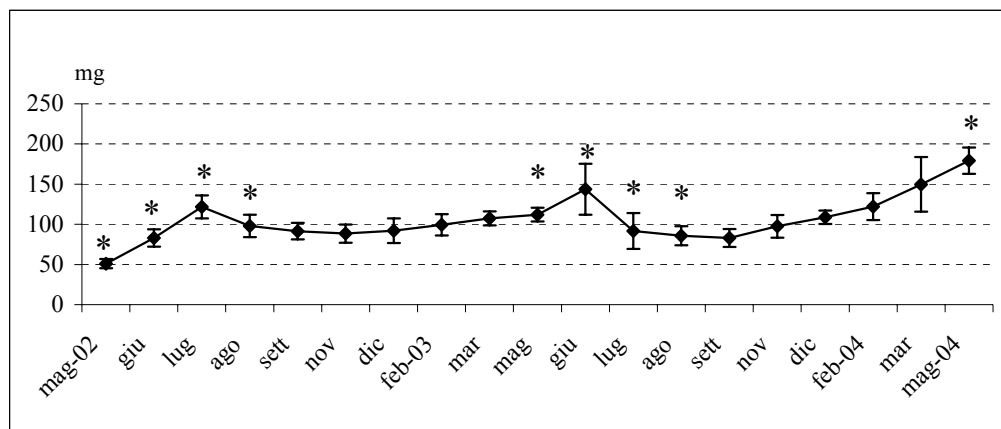


Fig. 2 - Andamento annuale del peso umido in *A. ovata* di taglia omogenea (14 mm). L'asterisco indica la presenza di individui maturi.

*Annual trend of the wet weight in A. ovata of homogeneous size (14 mm). The asterisk indicates the presence of sexually mature specimens.*

## Conclusioni

Dall'analisi di questi primi risultati è possibile trarre alcune conclusioni preliminari sul ciclo biologico di *A. ovata* nella laguna di Lesina: la temperatura sembra influenzare direttamente la densità della popolazione nell'area indagata, così come osservato in altre aree per bivalvi del genere *Abra* (Denis, 1981; Sprung, 1994); l'attività riproduttiva si osserva tra maggio ed agosto, in individui che hanno raggiunto una taglia di almeno 9 mm; le analisi istologiche, tuttora in corso, permetteranno di descrivere più approfonditamente la morfologia delle gonadi e la successione dei vari stadi del ciclo riproduttivo.

### Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare i sig.ri P. Cammarino e A. Deolo e la dr.ssa M.A. Maselli per la loro preziosa collaborazione nelle attività di prelievo e selezione dei campioni.

### Bibliografia

- ANSELL A.D. (1974) – Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Abra alba* from the Clyde Sea Area. *Mar. Biol.*, **25**: 13-20.
- DENIS P. (1981) – Croissance linéaire, croissance pondérale et période de reproduction de *Abra ovata*, mollusque péléciopode, dans la partie orientale du Colfe du Morbihan. *Cah. Biol. Mar.*, **22**: 1-9.
- ROSSI F., COMO S., CORTI S., LARDICCI C. (2001) – Seasonal variation of a deposit-feeder assemblage and sedimentary organic matter in a brackish basin mudflat (Western Mediterranean, Italy). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **53**: 181-191.
- SPRUNG M. (1994) – Observations on the life cycle of *Abra ovata* on an intertidal mud flat in Portugal. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **74**: 919-925.

V. FIGUS, V. D'AMICO, M. CORTIS, G. CANESTRI TROTTI\*

Dip. Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Viale Poetto, 1 - 09226 Cagliari, Italia.  
vfigus@unica.it

\*Dip. Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Torino, Torino, Italia.

## PREVALENCE, INTENSITY AND ABUNDANCE OF HELMINTH PARASITES IN *MULLUS BARBATUS* L. AND *M. SURMULETUS* L. FROM THE SOUTH COAST OF SARDINIA, ITALY

### *PREVALENZA, INTENSITA' E ABBONDANZA DEGLI ELMINTI PARASSITI IN MULLUS BARBATUS E M. SURMULETUS DELLE COSTE MERIDIONALI DELLA SARDEGNA, ITALIA*

#### **Abstract**

More than eighteen species of helminth parasites have been identified in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) fished in the south coast of Sardinia (Gulf of Cagliari) from September 2001 to June 2002 with a total prevalence of infection of 65.5% and 77.1% respectively. An unidentified *Monogenea* and *Acanthocephaloides propinquus* were detected only in *M. barbatus*, while 5 out of 7 species of digenetic trematoda, 2 out of 3 species of cestoda and 1 out of 5 of nematoda were present in both examined host species.

**Key-words:** parasitic diseases, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, Southern Sardinian Sea.

#### **Introduction**

The red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and the striped red mullet (*Mullus surmuletus* L., 1758) are an important commercial resource in the Mediterranean Sea where they are widely distributed. Data on their helminth parasites are reported in different areas of the basin and in "Mar di Sardegna" as reported by Le Pommelet *et al.* (1997) and by Paggi *et al.* (1998) respectively. In the south coast of Sardinia, Italy, the Nematoda in *Mullus* sp. (Lecis *et al.*, 1996) and the Digenaea in *M. surmuletus* (Figus *et al.*, 2004) have been preliminarily studied. The aim of this work was a deeper characterization of the helminth parasites of both species of Mullidae and to verify the presence of potentially zoonotic infections, in this area.

#### **Materials and methods**

A total of 116 specimens of mullets, 55 of *M. barbatus* and 61 of *M. surmuletus* fished in southern Sardinian waters from September 2002 to June 2003, was examined. Fishes were measured for total length (11-20 cm) and weighed (17.5-105 g). After dissection the viscera and the gills were removed and examined microscopically together with body surface and abdominal cavity. All helminths were collected, processed by standard methods for light microscopy, identified, counted and then preserved in ethanol 70° or in AFA. Infection prevalence (P%) and its 95% confidence interval, mean intensity  $MI \pm SE$  and abundance  $A \pm SE$ , have been determined according to Bush *et al.* (1997).

## Results and conclusions

The helminths collected, their prevalence, mean intensity and mean abundance are listed in Tab. 1. More than eighteen species of parasitic helminths (adults and larval stages) referring to fourteen taxonomic groups (families) were observed altogether in mullets examined. Nine of these species were observed in both *M. barbatus* and *M. surmuletus*, while of the other ten four were observed only in *M. barbatus* (Monogenea n.i., *Contracaecum* sp., *Echinocephalus* sp., *Acanthocephaloides propinquus*) and five in *M. surmuletus* (*Lasiotocus mulli*, *Poracanthium furcatum*, *Scolex pleuronectis*, *Raphidascaris* sp., *Cucullanus* sp.). Despite the great prevalence of Digenean species observed, the main infection in *M. barbatus* and in *M. surmuletus* was by *Hysterothylacium* sp. (larvae), that shows the highest prevalence (56.4% and 65.6%), intensity ( $8.71 \pm 1.93$  and  $7.85 \pm 1.38$ ) and abundance ( $4.91 \pm 1.23$  and  $5.75 \pm 1.1$ ) respectively. Multiple infections observed in twenty (36.4%) out fifty five *M. barbatus* and in twenty tree (37.7%) out sixty one *M. surmuletus* were characterized by a great association of *Hysterothylacium* sp. with the other helminth species.

Tab. 1 - Helminth infections in *Mullus barbatus* and in *M. surmuletus* from Southern Sardinian Sea.  
*Infestazioni elmintiche in Mullus barbatus e in M. surmuletus delle acque meridionali della Sardegna.*

| examined                             | <i>Mullus barbatus</i> (n = 55) |                |                 | <i>Mullus surmuletus</i> (n = 61) |                |                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
|                                      | P % (CI)                        | MI $\pm$ SE    | A $\pm$ SE      | P % (CI)                          | MI $\pm$ SE    | A $\pm$ SE      |
| infected                             | 65.5 (51.5-77.6)                | $10.5 \pm 1.9$ | $6.9 \pm 1.4$   | 77.1 (64.4-86.7)                  | $10.5 \pm 1.7$ | $8.1 \pm 1.4$   |
| infected by:                         |                                 |                |                 |                                   |                |                 |
| Monogenea n.i.                       | 3.6 (0-12.7)                    | $1.5 \pm 0.5$  | $0.05 \pm 0.04$ | 0                                 | 0              | 0               |
| <i>Stephanostomum</i> sp.            | 1.8 (0-9.8)                     | 13.0           | $0.2 \pm 0.2$   | 1.6 (0-8.9)                       | 1.0            | $0.02 \pm 0.02$ |
| <i>Opecoeloides furcatus</i>         | 10.9 (3.4-22.4)                 | $6.5 \pm 1.5$  | $0.7 \pm 0.3$   | 9.8 (3.6-20.4)                    | $4.3 \pm 1.2$  | $0.4 \pm 0.2$   |
| <i>Poracanthium furcatum</i>         | 0                               | 0              | 0               | 6.6 (1.5-16.1)                    | $1.5 \pm 0.5$  | $0.1 \pm 0.06$  |
| <i>Proserhynchus crucibulum</i>      | 9.1 (2.8-20.1)                  | $2.2 \pm 0.1$  | $0.2 \pm 0.1$   | 8.2 (2.5-18.3)                    | $1.4 \pm 0.2$  | $0.1 \pm 0.05$  |
| <i>Aponurus laguncula</i>            | 5.5 (0.7-15.3)                  | $1.3 \pm 0.3$  | $0.07 \pm 0.04$ | 4.9 (0.6-13.9)                    | $2.3 \pm 0.9$  | $0.1 \pm 0.07$  |
| <i>Proctotrema bacilliovatum</i>     | 1.8 (0-9.8)                     | 4.0            | $0.07 \pm 0.07$ | 3.3 (0-11.5)                      | $16.0 \pm 1.0$ | $0.5 \pm 0.4$   |
| <i>Lasiotocus mulli</i>              | 0                               | 0              | 0               | 3.3 (0-11.5)                      | $1.5 \pm 0.5$  | $0.05 \pm 0.04$ |
| Hemiuridae spp.                      | 3.6 (0-12.7)                    | $2.0 \pm 1.0$  | $0.07 \pm 0.06$ | 11.5 (4.7-22.4)                   | $2.6 \pm 0.9$  | $0.3 \pm 0.1$   |
| <i>Nybelinia lingualis</i>           | 16.4 (7.8-28.9)                 | $2.2 \pm 0.9$  | $0.4 \pm 0.2$   | 19.7 (10.7-31.9)                  | $2.4 \pm 0.8$  | $0.5 \pm 0.2$   |
| <i>Eutetrarhynchus</i> sp.           | 5.5 (0.7-15.3)                  | $1.0 \pm 0.0$  | $0.05 \pm 0.03$ | 3.3 (0-11.5)                      | $1.0 \pm 0.0$  | $0.03 \pm 0.02$ |
| <i>Scolex pleuronectis</i>           | 0                               | 0              | 0               | 13.1 (5.8-24.4)                   | $1.5 \pm 0.3$  | $0.2 \pm 0.07$  |
| <i>Hysterothylacium</i> sp.          | 56.4 (42.5-69.5)                | $8.7 \pm 1.9$  | $4.9 \pm 1.2$   | 65.6 (52.3-77.1)                  | $7.9 \pm 1.4$  | $5.8 \pm 1.1$   |
| <i>Cucullanus</i> sp.                | 0                               | 0              | 0               | 1.6 (0-8.9)                       | 1.0            | $0.02 \pm 0.02$ |
| <i>Raphidascaris</i> sp.             | 0                               | 0              | 0               | 1.6 (0-8.92)                      | 1.0            | $0.02 \pm 0.02$ |
| <i>Contracaecum</i> sp.              | 1.8 (0-9.8)                     | 1.0            | $0.02 \pm 0.02$ | 0                                 | 0              | 0               |
| <i>Echinocephalus</i> sp.            | 1.8 (0-9.8)                     | 1.0            | $0.02 \pm 0.02$ | 0                                 | 0              | 0               |
| <i>Acanthocephaloides propinquus</i> | 3.6 (0-12.7)                    | $3.0 \pm 2.0$  | $0.1 \pm 0.09$  | 0                                 | 0              | 0               |

## References

- BUSH A.O., LAFFERTY K.D., LOTZ J.M., SHOSTAK ALLEN W. (1997) - Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, **83** (4): 575-583.
- FIGUS V., CULURGIONI J., CORTIS M., D'AMICO V., CANESTRI TROTTI G. (2004) - Trematodi Digenei di *Mullus surmuletus* (L., 1758) del Golfo di Cagliari, Sardegna meridionale. *Ittiopatologia*, **1**: 41-48.
- LECIS A.R., FIGUS V., RANDACCIO A. (1996) - Indagini sulla presenza di nematodi Anisakidae in alcune specie ittiche del Golfo di Cagliari. *Biologia oggi*, **10** (3-4): 137-144.
- LE POMMELET E., BARTOLI P., SILAN P. (1997) - Biodiversité des digènes et autres helminthes intestinaux des Rougets: synthèse pour *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) et *M. barbatus* (L., 1758) dans le bassin méditerranéen. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, Paris, **18** (4): 117-133.
- PAGGI L., MARINIELLO L., ORTIS M., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., DI CAVE D., ORECCHIA P. (1998) - Indagine parassitologica su specie ittiche di interesse economico dei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1483-1492.

L. GALLUS, M. FAIMALI<sup>1</sup>, V. PIAZZA<sup>1</sup>, G. MAURA<sup>2</sup>, M. MARCOLI<sup>2</sup>,  
L. GIROSI<sup>3</sup>, G. TAGLIAFIERRO

Department of Experimental, Environmental and Applied Biology (DIBISAA), University of Genoa,  
Viale Benedetto XV, 5 - 16132 Genoa, Italy.

<sup>1</sup>ISMAR-ICMM, CNR, Genoa, Italy.

<sup>2</sup>DIMES, University of Genoa, Italy.

<sup>3</sup>Department of Zoology, University of Naples "Federico II", Naples, Italy.

## NEUROTRANSMITTERS IN *BALANUS AMPHITRITE* CYPRID AND THEIR ROLE IN SETTLEMENT

### *NEUROTRASMETTITORI NELLA CIPRIS DI BALANUS AMPHITRITE E LORO RUOLO NELL'INSEDIAMENTO*

#### **Abstract**

*In this work we studied the distribution of serotonin and acetylcholine related molecules in the cyprids of Balanus amphitrite (Cirripedia, Crustacea), using immunohistochemical methods and settlement tests. The results confirmed that they could act as neurotransmitters playing different roles in the settlement process: serotonin seemed to inhibit, while acetylcholine to improve settlement.*

**Key-words:** Crustacean, neurotransmitters, larval settlement.

#### **Introduction**

Barnacles are crustaceans characterised by sessile adults, six naupliar planktonic stages and one larval stage, the cyprid, competent for settlement. At present there are few data available about the involvement of neurotransmitters on barnacle adhesion and settlement. The aim of the present work was to detect the presence and distribution of serotonin and acetylcholine related molecules, using immunohistochemical methods. The role of these putative neurotransmitters was studied through experimental tests on barnacle cyprids.

#### **Materials and methods**

Zero or five day old cyprids, from cultures of brood stock of *Balanus amphitrite* Darwin (Faimali *et al.*, 2003), were used. They were fixed and paraplast embedded. Dewaxed sections were immunohistochemically treated using the anti-serotonin (prediluted, Biomedica, USA), anti cholineacetyltransferase (1:400 Chemicon, USA) and acetylcholinesterase (AChE) (1:400 Santa Cruz, USA) rabbit polyclonal primary antisera. As secondary antiserum a goat FITC-conjugate (1:200, DAKO, DK), or Alexa-488-anti-rabbit immunoglobulin (1:800, Molecular Probes, NL) was used. Settlement tests were performed (according to Ritthschof *et al.*, 1992) using serotonin agonist and antagonists (fenfluramine HCl, pargyline and 8-hydroxy-DPAT HBr) and AChEs inhibitors (mercaptodimetur, diazinone and eserine).

#### **Results**

ChAT-like immunoreactivity (IR) was detected in the apical portion of the cement gland, at the bases of the antennules, which are the main organs respon-



sible for substrate recognition prior to settlement, in the extrinsic dorsal muscles, in muscles of thoracic appendages, and in the gut wall. ChAT-like (Fig. 1a) and AChE-like IR were also present in the neuropil area of the central nervous system. Serotonin IR was detected in the nervous system only. Various clusters of immunopositive neurons cells were distributed in the brain (protocerebrum, deutocerebrum, optical lobes), and at least four pairs of neurons cells were detected in the posterior ganglion. Bundles of strongly immunolabeled nerve fibers were detected in the antennulae and in the cement gland (Fig. 1b). The inhibition of ChE activity promote settlement. Floxetine, d-fenfluramine-HCl and pargyline, which in different ways, increase the amount available of serotonin, always inhibit settlement (Fig. 1c, d).

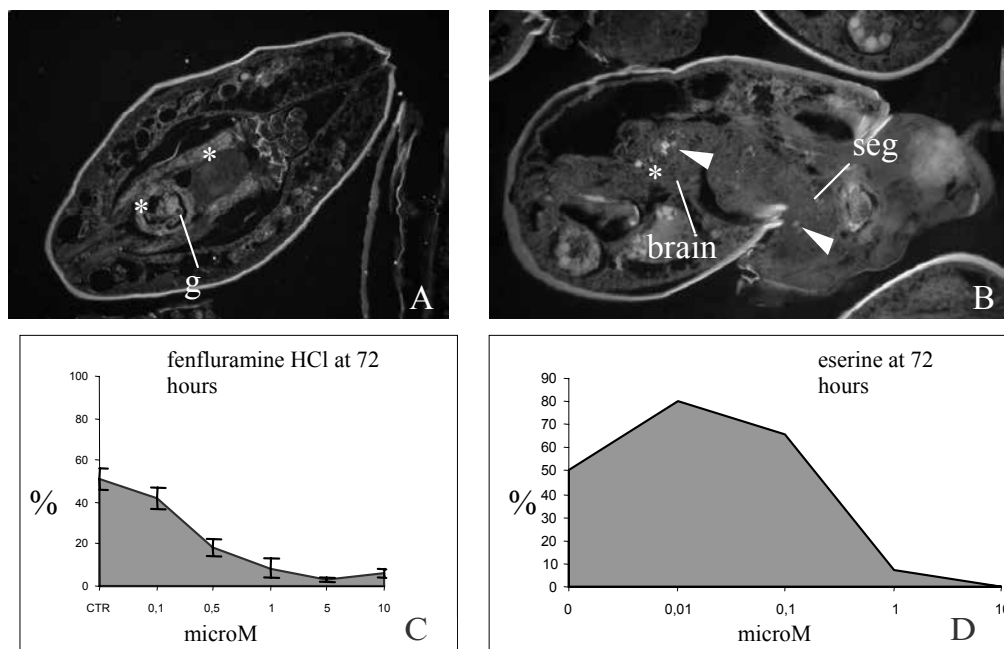


Fig. 1 - Neurones: arrow. Nerve fibre: asterisk, seg: sub-esophageal ganglia, g: gut. 800× FITC a) ChAT-like IR in longitudinal muscle and gut wall. b) serotonin-like IR in neurones of brain and seg, and in nerves fibres. c) settlement test with fenfluramine HCl at 72 hours. d) settlement test with eserine at 72 hours. (microM of drug vs % settlement).

Neuroni: freccia. Fibre nervose: asterisco, seg: ganglio sottoesofageo, g: intestino. a) IR ChAT-simile nei muscoli longitudinali e nella parete dell'intestino, 800×. b) IP serotonino-simile in neuroni del cervello e del ganglio sottoesofageo. c) test di insediamento con fenfluramina HCl a 72 ore. d) test di insediamento a 72 ore con eserina. (microM di sostanza attiva vs % settlement).

## Conclusions

The results obtained confirm the functional role assumed for these bioactive substances (Faimali *et al.*, 2003; Fusetani, 2004; Rittschof *et al.*, 2003). Their

involvement in the settlement is supported by the settlement tests. AChE inhibitors induces a stimulatory effect at low concentrations while serotonin agonists, that increase the amount available of serotonin, always inhibit settlement. The results put in evidence the antagonistic role of serotonin and ACh: the first inhibits, while the latter improves the settlement.

## References

- FAIMALI M., FALUGI C., GALLUS L., PIAZZA V., TAGLIAFIERRO G. (2003) - Involvement of acetylcholine in settlement process of *Balanus amphitrite*. *Biofouling*, **19** (Suppl.): 213-220.
- FUSETANI N. (2004) - Biofouling and Antifouling. *Nat. Prod. Rep.*, **21** (1): 94-104.
- RITTSCHOF D., CHIENG-HOUNG LAI, LAI-MUN KOK, SERENA LAY-MING TEO (2003) - Pharmaceuticals as antifoulants: Concept and Principles. *Biofouling*, **19** (Suppl.): 207-212.
- RITTSCHOF D., CLARE A.S., GERHART D.J., SISTER AVELIN M., BONAVENTURA J. (1992) - Barnacle in vitro assays for biologically active substance: toxicity and settlement inhibition assay using mass cultured *Balanus amphitrite amphitrite* Darwin. *Biofouling*, **6**: 115-122.

L. GALLUZZI<sup>1,2</sup>, A. PENNA<sup>3</sup>, E. BERTOZZINI<sup>1</sup>, M.G. GIACOBBE<sup>4</sup>,  
M. VILA<sup>5</sup>, E. GARCÉS<sup>5</sup>, S. PRIOLI<sup>6</sup>, M. MAGNANI<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Centro di Biotecnologie, Università di Urbino "Carlo Bo", Via Campanella, 1 - 61032 Fano (PU), Italia.

<sup>2</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale Umbria e Marche, Perugia, Italia.

<sup>3</sup>Centro Biologia Ambientale, Università di Urbino, Pesaro, Italia.

<sup>4</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR, Messina, Italia.

<sup>5</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona, Spagna.

<sup>6</sup>Mare Soc. Coop. a r.l., Cattolica (RN), Italia.

<sup>7</sup>Istituto di Chimica Biologica "Fornanini", Università di Urbino, Urbino, Italia.

## RILEVAZIONE DELLA PRESENZA DI *ALEXANDRIUM* *MINUTUM* IN MOLLUSCHI TRAMITE PCR

### PCR-BASED DETECTION OF *ALEXANDRIUM* *MINUTUM* IN MUSSELS

#### Abstract

*Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) is a syndrome caused by the consumption of shellfish contaminated with neurotoxins produced by the marine dinoflagellate genus Alexandrium. A. minutum is one of the toxic species most widespread in the Mediterranean basin. In this study, we developed a PCR-based assay, using primers designed on the ITS1-5.8S-ITS2 rDNA region, for the detection of A. minutum in contaminated mussels, where accumulation of PSP toxins may cause serious problems for human health.*

**Key-words:** *Alexandrium minutum*, *ITS*, *Mytilus galloprovincialis*, *PCR*.

#### Introduzione

La sindrome PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) nell'uomo è causata dal consumo di molluschi contaminati con neurotossine prodotte da dinoflagellati appartenenti prevalentemente al genere *Alexandrium*. Questa sindrome può causare paralisi muscolare e provocare, in casi estremi, la morte. Il monitoraggio di alghe tossiche e delle relative tossine in molluschicoltura viene attualmente effettuato tramite analisi al microscopio del fitoplancton, saggi biologici su topo e analisi con HPLC; queste procedure richiedono personale altamente specializzato e lunghi tempi di esecuzione in laboratorio. Le tecniche di biologia molecolare possono fornire un valido supporto al monitoraggio di microalghe tossiche. Il DNA ribosomiale è largamente usato come regione target per lo sviluppo di sonde molecolari specifiche, poiché tali geni sono altamente conservati e ripetuti in tandem ad alto numero di copie nel DNA genomico. In questo studio è stato sviluppato un metodo basato sull'analisi di PCR per la rilevazione di *A. minutum*, una delle specie algali produttrici di tossine PSP più diffuse nel bacino del Mediterraneo (Vila *et al.*, 2001), in molluschi (*Mytilus galloprovincialis*) contaminati in laboratorio.

#### Materiali e metodi

Due primers specifici per il genere *Alexandrium* sono stati disegnati nella regione 5.8S del DNA ribosomiale (5.8S-F: 5'-GCAADGAATGTCTTA-GCTCAA-3'; 5.8S-R: 5'-GCAMACCTTCAAGMATATCCC-3') e un primer spe-

cifico per la specie *A. minutum* è stato disegnato nella regione ITS1 (ITS1m: 5'-CATGCTGCTGTGTTGATGACC-3'). La specificità dei primers è stata verificata *in silico* tramite BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) e sperimentalmente tramite amplificazione del DNA di diversi dinoflagellati e diatomee. La sensibilità della PCR è stata valutata utilizzando come DNA stampo una sequenza di DNA ribosomiale di *A. minutum* clonata in un plasmide (Penna e Magnani, 1999). Dopo un periodo di acclimatazione in acquario, i molluschi sono stati contaminati con *A. minutum* ad una concentrazione di  $1.0 \times 10^6$  cellule/L. Ai giorni 0, 3 e 7, il DNA genomico di mollusco è stato estratto da epatopancreas ed altri tessuti (tra cui le branchie) utilizzando fenolo-cloroformio come descritto precedentemente (Rawson *et al.*, 1999). Una quantità di DNA compresa tra 100 e 1000 ng è stata utilizzata come stampo nelle reazioni di PCR.

## Risultati

Le reazioni di PCR sono risultate specifiche sia utilizzando i primers disegnati sulle sequenze consenso del genere *Alexandrium* sia utilizzando i primers disegnati per la specie *A. minutum*. La sensibilità di entrambi i saggi di PCR è risultata tale da consentire la rilevazione di 10 copie di plasmide contenente la sequenza ITS1-5.8S di *A. minutum*, anche in presenza di un background di 100 ng di DNA genomico di mitili.

Allo scopo di verificare la possibilità di rilevare il DNA algale direttamente nei molluschi, è stato usato il DNA genomico dei mitili prelevati dopo 0, 3 e 7 giorni dalla contaminazione con *A. minutum* nei saggi di PCR. L'epatopancreas è stato separato dai rimanenti tessuti per valutare una possibile variazione della distribuzione del DNA algale tra apparato digerente e, in particolare, le branchie. La concentrazione di *A. minutum* in acquario è stata determinata prima di ogni prelievo per verificarne la filtrazione da parte dei mitili. Utilizzando sia 1000 sia 100 ng di DNA stampo, i prodotti di amplificazione sono risultati chiaramente visibili fino a una settimana dopo la contaminazione, quando la concentrazione di *A. minutum* nell'acqua era 2500 cellule/L (Tab. 1).

Tab. 1 - Risultati delle analisi di PCR per la rilevazione di cellule di *Alexandrium* in molluschi contaminati.

*Results of PCR-analysis for the detection of Alexandrium cells in contaminated mussels.*

| Giorni         | PCR genere-specifica |               | PCR specie-specifica |               | Concentrazione <i>A. minutum</i> (cellule/ml) |
|----------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|-----------------------------------------------|
|                | epatopancreas        | altri tessuti | epatopancreas        | altri tessuti |                                               |
| 0 (dopo 7 ore) | +                    | +             | +                    | +             | 100                                           |
| 3              | +                    | +             | +                    | +             | 14                                            |
| 7              | +                    | +             | +                    | +             | 2.5                                           |

## Conclusioni

I risultati hanno dimostrato che il DNA algale di cellule appartenenti al genere *Alexandrium* e alla specie *A. minutum* in particolare, può essere specificamente

rilevato in molluschi. Ulteriori esperimenti saranno necessari al fine di stabilire l'effettiva tossicità dei mitili in cui *A. minutum* è stato rilevato e la possibilità di rilevare questa microalga in mitili contenenti alti livelli di tossina PSP.

### **Bibliografia**

- PENNA A., MAGNANI M. (1999) - Identification of *Alexandrium* (Dinophyceae) species using PCR and rDNA-targeted probes. *J. Phycol.*, **35**: 615-621.
- RAWSON P.D., AGRAWAL V., HILBISH T.J. (1999) - Hybridization between the blue mussels *Mytilus galloprovincialis* and *M. trossulus* along the Pacific coast of North America: evidence for limited introgression. *Mar. Biol.*, **134**: 201-211.
- VILA M., CAMP J., GARCÉS E., MASÓ M., DELGADO M. (2001) - High resolution spatio-temporal detection of HABs in confined waters of the NW Mediterranean. *J. Plankton Res.*, **23**: 497-514.

F. GELLI, F. SAVORELLI<sup>1</sup>, B. FLORIS<sup>2</sup>, A. RONCARATI<sup>3</sup>, L. PREGNOLATO, P.L. TRENTINI,  
L. PANTALEONI, D. CONTI<sup>4</sup>, V. BELLARIA<sup>4</sup>

A.R.P.A. Emilia Romagna, Sez. Prov.le Ferrara, Corso Giovecca, 169 - 44100 Ferrara, Italia.  
LaboratorioIttiologico@fe.arpa.emr.it

<sup>1</sup>I.C.R.A.M., Roma, Italia.

<sup>2</sup>P.M.P., Area Medico-Biotossicologica ASL 8, Cagliari, Italia.

<sup>3</sup>C.U.R.D.A.M., Università di Camerino, Camerino (MC), Italia.

<sup>4</sup>A.P.A.T., Roma, Italia.

## IMPIEGO DEL BRANZINO (*DICENTRARCHUS LABRAX*, L.) QUALE ORGANISMO BERSAGLIO IN TEST ECOTOSSICOLOGICI E DI BIOCONCENTRAZIONE

### *USE OF THE SEA BASS (*DICENTRARCHUS LABRAX*, L.) AS BIOLOGICAL TARGET IN TOXICITY AND BIOCONCENTRATION TESTS*

#### **Abstract**

*Different stages of *Dicentrarchus labrax* (L.) (Teleostei: Serranidae) juveniles were exposed to the reference toxicant sodium laurylsulphate in 96-h short-term semi-static tests and 28-day chronic semi-static bioassays, and to the reference toxicant cadmium chloride in bioconcentration tests. The 96-h LC50 of sodium laurylsulphate was mg/L  $7.28 \pm 0.47$  in sea bass juveniles of  $6 \pm 2$  cm. The 28-d NOEC of sodium laurylsulphate was 5 mg/L in all fish tested. The data obtained exposing European sea bass to different concentrations of the reference toxicant cadmium chloride in 14-day semi-static bioconcentration assays, showed the progressive increasing of the Bioconcentration Factor (BCF) with lower metal concentrations.*

**Key-words:** *Dicentrarchus labrax*, bioassays, ecotoxicology, test organisms.

#### **Introduzione**

Nelle indagini biologiche l'uso di "strumenti viventi", seppure non sempre in grado di individuare le sostanze tossiche presenti nell'ambiente, offre il vantaggio di fornire indicazioni riguardo alle frazioni di contaminanti biodisponibili e consente la valutazione di effetti sinergici o antagonisti la cui esistenza ed entità è dovuta alla sommatoria di fattori chimici, fisici e ambientali (CTM AIM, 2000). La normativa nazionale in materia di tutela delle acque dall'inquinamento (D. Lgs. 152/99) prevede, per ciò che concerne il biota, analisi con saggi biologici a breve e lungo termine, nonché indagini di bioaccumulo di contaminanti primari sui tessuti muscolari di specie ittiche residenti; mentre il Decreto 367/03 (Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi del D. Lgs. 152/99) fissa gli standard di qualità da raggiungere, che per il cadmio sono pari a 0,2 µg/L entro il 2008 e 0,03 µg/L entro il 2015.

Nella fase sperimentale del presente lavoro si distingue l'applicazione di tre tipologie fondamentali di saggi: test di tossicità acuta, test di tossicità cronica e test di bioconcentrazione.

Per l'esecuzione dei saggi è stato scelto quale organismo bersaglio la specie ittica autoctona *Dicentrarchus labrax*, per la disponibilità di protocolli standardizzati relativamente alla riproduzione in condizioni controllate ed al mantenimento in laboratorio delle fasi larvali e giovanili. La disponibilità di un organismo test

quale il branzino consente la messa a punto di saggi ecotossicologici e di bioconcentrazione in laboratorio; tali procedure rappresentano fondamentali strumenti previsionali poiché consentono di individuare situazioni potenzialmente critiche prima che esse si manifestino in maniera irreparabile; sono utili, inoltre, ai fini della definizione degli standard di qualità per l'ambiente acquatico.

Sulla base di quanto precedentemente esposto, sono stati messi a punto su giovanili di branzino di differenti dimensioni saggi ecotossicologici semistatici acuti (96 ore) e cronici (28 giorni) impiegando sodio laurilsolfato quale tossico di riferimento, nonché test di bioconcentrazione (14 giorni) con cloruro di cadmio.

## Materiali e metodi

Per l'esecuzione dei saggi ecotossicologici semistatici acuti (96 ore) e cronici (28 giorni) con sodio laurilsolfato (SLS) e per i saggi di bioconcentrazione sono stati impiegati differenti lotti di giovanili di *D. labrax* di  $6 \pm 2$  cm di lunghezza.

Le procedure operative seguite sono conformi a quanto riportato nelle linee guida USEPA per i test acuti (USEPA, 1993; Klemm *et al.*, 1994), OECD (1984) per i test cronici (adattata per specie di acqua marina) e ASTM (1994) per quelli di bioconcentrazione (Tab. 1). Per quanto riguarda quest'ultima tipologia di saggio, come tossico di riferimento è stato impiegato il cloruro di cadmio ( $\text{CdCl}_2$  2,5 idrato). I pesci (lunghezza media  $5,75 \pm 0,2$  cm) sono stati esposti alle concentrazioni di 0,019 e 100  $\mu\text{g/L}$  di ioni metallo. La prima concentrazione è stata presa in considerazione in quanto indicata come standard di qualità per la protezione del biota acquatico marino dal CTN AIM (2000). La seconda concentrazione è stata scelta di diversi ordini di grandezza maggiore allo scopo di ridurre l'importanza di errori dovuti alle manipolazioni del campione, alla determinazione analitica e alla varianza intrinseca del campione stesso.

Tab. 1 - Condizioni applicate per l'esecuzione dei saggi di tossicità acuta, cronica e di bioconcentrazione su *Dicentrarchus labrax*.

*Test conditions adopted in Dicentrarchus labrax acute toxicity tests, chronic toxicity tests and bioconcentration tests.*

|                                               |                                     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Organismi testati:                            | branzini di $6 \pm 2$ cm            |
| Tipo di saggio:                               | semi-statico                        |
| Temperatura:                                  | $20 \pm 1$ °C                       |
| Salinità:                                     | $20 \pm 1$ ‰                        |
| Intensità della luce:                         | 500 lux                             |
| Fotoperiodo:                                  | 16 h luce: 8 h buio                 |
| Dimensioni della camera per il saggio:        | 12 l – 45 l                         |
| Volume di soluzione:                          | 10 l – 40 l                         |
| Organismi per ogni camera e per il controllo: | 10                                  |
| Camere replicate per ogni concentrazione:     | 3                                   |
| Cambio delle soluzioni:                       | ogni 48 h (assente nei test a 96 h) |
| Alimentazione:                                | ogni 48 h (assente nei test a 96 h) |
| Aerazione:                                    | continua                            |
| Acqua di diluizione:                          | acqua di mare sintetica             |
| Durata dei saggi:                             | 96 h/7 gg./14 gg./28 gg.            |

A 7 e a 14 giorni di esposizione è stato stabilito, inoltre, il rapporto tra la concentrazione del metallo considerato nel tessuto dell'organismo (mg/kg) e la sua concentrazione nell'acqua (mg/L) (calcolo del Fattore di Bioconcentrazione - BCF - durante la fase di accumulo) (USEPA, 2000).

La determinazione quali-quantitativa di cadmio nel tessuto omogenato dei branzini è stata condotta utilizzando uno spettrometro di massa con sorgente al plasma (mod. PQ2 PLUS-FISONS), dotato di autocampionatore, in accordo alle procedure APHA (1995).

## Risultati e conclusioni

La LC50 media a 96 ore ottenuta con il tossico sodio laurilsolfato è risultata mg/L 7,28 ( $\pm$  0,47) per i branzini di  $6 \pm 2$  cm di lunghezza. Sia nelle prove preliminari che in quelle definitive, non è stata rilevata alcuna mortalità nelle camere di controllo.

Per quanto riguarda i risultati dei test semistatici a 28 giorni, la NOEC per il sodio laurilsolfato è risultata 5 mg/L per tutti i lotti di organismi testati. I valori di NOEC ottenuti hanno fornito le informazioni necessarie per la messa a punto di un protocollo per l'esecuzione di test cronici semistatici a 28 giorni in condizioni controllate di laboratorio con specie ittiche.

Tale procedura è stata successivamente utilizzata per lo svolgimento dei saggi di bioconcentrazione con cadmio. I valori del Fattore di Bioconcentrazione (in L/kg di tessuto - sostanza umida) a 7 e 14 giorni di esposizione sono risultati rispettivamente: 1,70 e 3,10 per la concentrazione più alta testata (100  $\mu$ g/L); 352,6 e 1579 per la concentrazione di 0,019  $\mu$ g/L.

I risultati ottenuti, seppure in via preliminare, hanno evidenziato come il Fattore di Bioconcentrazione aumenti al diminuire delle concentrazioni di metallo in acqua e all'incremento dei tempi di esposizione; questo avviene sino al raggiungimento dell'equilibrio (BCF all'equilibrio raggiungibile dopo 35-42 giorni di esposizione) (USEPA, 2002; Gelli *et al.*, 2004).

Considerato l'interesse per la specie ittica in oggetto, il lavoro condotto può risultare utile per il futuro proseguimento delle ricerche in vista di possibili rilevanti applicazioni.

Infatti, attualmente i criteri previsti dalla normativa italiana per stabilire gli standard di qualità per l'ambiente acquatico si basano su dati eterogenei provenienti da studi effettuati in diverse nazioni (USA, Canada, Giappone) dove i valori di BCF di riferimento sono calcolati come media geometrica dei valori riscontrati in bibliografia (USEPA, 2001), e quindi senza tenere in considerazione l'influenza della concentrazione del metallo in acqua. La possibilità di individuare modelli di regressione tra BCF all'equilibrio e concentrazione di metallo in acqua consentirà di determinare, nella specie ittica in esame, l'effettivo valore di BCF all'equilibrio quando è nota la concentrazione di esposizione.

Questo lavoro preliminare si inserisce, pertanto, nell'ottica di fornire uno strumento affidabile che, in aggiunta a prove di ittiotossicità e a saggi finalizzati a valutazioni di genotossicità, consenta di stabilire con maggiore affidabilità standard di qualità per l'ambiente acquatico.



## Bibliografia

- APHA (1995) - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, Washington DC, 8/1-8/25.
- ASTM (1994) - *Standard Guide for Conducting Bioconcentration Tests with Fishes and Saltwater Bivalve Mollusks*. American Society for Testing and Materials, United States, E 1022 – 94: 18 pp.
- CTN AIM (2000) - *Standard di qualità per l'ambiente acquatico*. Centro Tematico Nazionale Acque Interne e Marino Costiere, approvato da A.R.P.A.T., OB 08 - Id 08.02, Marzo 2000: 165 pp.
- GELLI F., FLORIS B., SAVORELLI F., TRENTINI P. L., PREGNOLATO L., RONCARATI A., MELOTTI P., VENTURINI F. (2004) - Messa a punto di saggi semistatici di bioconcentrazione per il rilevamento di contaminanti in tracce (Cd) con specie ittiche (*Cyprinus carpio*, L.). *Atti del Seminario CISBA "Classificazione ecologica delle acque interne - applicabilità della Direttiva 2000/60/CE"*, Trento, 12-13 febbraio 2004.
- KLEMM D.J., MORRISON G.E., NORBERG-RING J.J., PELTIER W.H., HEBER M.A. (1994) - *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms*. EPA-600/4-91/003, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio: 483 pp.
- OECD (1984) - *Fish, Prolonged Toxicity Test: 14-day Study*. OECD Guideline for Testing of Chemicals n. 204, Adopted by the Council on 4<sup>th</sup> April 1984: 9 pp.
- USEPA (1993) - *Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwaters and marine organisms*. EPA/600/4-90/027F, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio: 293 pp.
- USEPA (2000) - *Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assessment*. EPA-823-R-00-001, February 2000, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio: 816 pp.
- USEPA (2001) - *2001 Update of Ambient Water Quality Criteria for Cadmium*. EPA-822-R-01-001, April 2000, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio: 166 pp.
- US EPA (2002) - *Summary report of the meeting on development of a metals assessment framework*. Final report Prepared by Eastern Research Group Inc. for U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 20460: 169 pp.

Ricerca eseguita con fondi dell'Istituto per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM), nell'ambito del Programma di Ricerca "Attività finalizzate alla realizzazione di una sperimentazione di test tossicologici su organismi marini per l'applicabilità del D.D. 23/12/2002".

L. GIROSI, G. CIARCIA, S. FERRANDO<sup>1</sup>, L. GALLUS<sup>2</sup>, T. FERRANDO<sup>2</sup>, G. TAGLIAFIERRO<sup>2</sup>

Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli "Federico" II, Via Mezzocannone, 8 – 80134 Napoli, Italia.  
girosi@unina.it

<sup>1</sup>Dip. Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Messina, Italia.

<sup>2</sup>Dip. di Biologia, Università di Genova, Genova, Italia.

## FMRFAMIDE-LIKE IMMUNOREACTIVITY IN *EUNICELLA CAVOLINII*

### *IMMUNOREATTIVITÀ FMRFAMIDE-SIMILE IN EUNICELLA CAVOLINII*

#### **Abstract**

*The presence of FMRFamide-like immunoreactivity (IR) was investigated by immunohistochemical methods in the sea fan Eunicella cavolinii (Cnidaria: octocorallia). A strong and widely distributed FMRFamide-like IR was detected. Our results demonstrate that this tetrapeptide can act as neurotransmitter and/or neuromodulator on food capture, digestion and muscular contractility.*

**Key-words:** FMRFamide, neurotransmitters, Cnidaria.

#### **Introduction**

FMRFamide-like IR was widely detected in the nervous system of both invertebrates and vertebrates, and numerous FMRF-Amide Related Peptides, generally indicated as FARPs, were extracted and sequenced (Price and Greenberg, 1977). In cnidarians, various FARPs were detected (Grimmelikhuijzen, 1983; Grimmelikhuijzen *et al.*, 1987; Grimmelikhuijzen *et al.*, 1996; Pernet *et al.*, 2004). The widely occurrence of FMRF-amide IR suggest a crucial role for this peptide in the functioning of the most primitive and simple nervous system constituted by a diffuse peptidergic nerve net. At present, there are no data concerning the Gorgonidae which represent an important family of the subclass Octocorallia and one of the components of the coral communities. In the present study, we investigate the presence and distribution of FMRF-amide-like IR in the cnidarian species *Eunicella cavolinii* (Gorgonidae, Octocorallia, Anthozoa).

#### **Materials and methods**

Using SCUBA diving, fans shaped gorgonians were collected randomly from vertical rocky substrata near Punta Baccoli (Peninsula Sorrentina). The specimens were anaesthetized with 3-aminobenzoic acid ethyl ester-metanesulfonate 1% in sea water, fixed in 4% paraformaldehyde in phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4), decalcified, and embedded in paraplast. Dewaxed sections were stained by Hematoxylin-Eosin and Alcian Blue-PAS methods, or incubated over-night in a moist chamber at 4 °C with a rabbit polyclonal anti-FMRFamide antiserum (1:200, Affiniti, UK). PBS rinsed sections were then incubated with a FITC-conjugated antirabbit antiserum (1:100, Dako Dk). To identify neuron cells and the nerve net, few sections were double immunostained with rabbit anti-FMRF-amide

and mouse anti-tubulin (Clone DM1A 1:500 Sigma, USA). As secondary antisera FITC-conjugated antirabbit and TRITC-conjugated anti-mouse were used. Observation was made either with an Olympus BX60 epi-fluorescence microscope or an Olympus FluoView 300 confocal microscope.

## Results

FMRFamide-like IR was largely present in the polyps of the colonial anthozoan *Eunicella cavolinii*. It is distributed throughout the polyp body. In the tentacular epidermis FMRFamide immunopositivity was detected in ovoid cells while in the gastrodermal epithelium, where it appeared particularly abundant, it was found in club shaped cells with long basal cytoplasm processes. Bipolar FMRF-amide immunopositive cells were also found at the base of epithelia and among muscular septa. A strong FMRFamide immunopositive nerve net was also detected beneath the gastrodermal epithelium. Most of the FMRFamide immunopositive cells were also tubulin immunopositive.

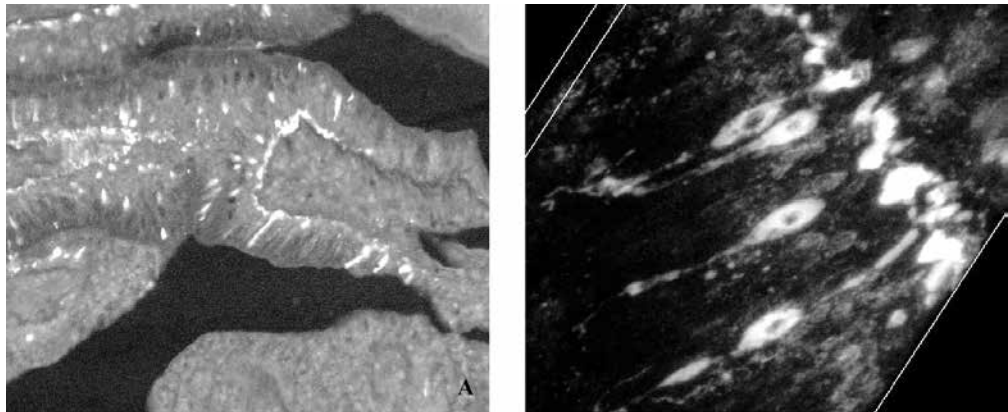


Fig. 1 - Immunoreactive FMRFamide-like cells. FITC a) 200 $\times$ , b) 1000 $\times$ .  
*Cellule immunoreattive FMRFamide-simili. FITC a) 200 $\times$ , b) 1000 $\times$ .*

## Conclusions

FMRFamide-like IR is largely distributed in the polyps of octocorallia *Eunicella cavolinii*. The distribution of FMRFamide-like IR, suggests that FMRFamide, or some other FARPs, can act as neurotransmitter regulating muscular contractility, food capture and digestive functions. Furthermore, the presence of FMRFamide-like immunoreactive cells surrounding the oocytes indicates that this substance may also have some roles on reproductive processes. The co-localization of both FMRFamide-like IR and tubulin indicates that they can be considered as neuron cells, and furthermore they can be classified as epithelial sensory cells or ganglion cells.

## References

- GRIMMELIKHUIJZEN C.J.P., GRAFF D., GROEGER A., McFARLANE I.D. (1987) - Neuropeptides in invertebrates. In: Ali M.A. (ed), *Nervous system in invertebrates*, New York: Plenum: 105-132.
- GRIMMELIKHUIJZEN C.J.P. (1983) - FMRFamide immunoreactivity is generally occurring in the nervous system of Coelenterates. *Histochemistry*, **78**: 361-381.
- GRIMMELIKHUIJZEN C.J.P., LEVIEV I., CARSTENSEN K. (1996) - Peptides in the nervous system of cnidarians: structure, function and biosynthesis. *Academic Press*, **167**: 37-89.
- PERNET V., ANCTIL M., GRIMMELIKHUIJZEN C.J.P. (2004) - Antho-RFamide-containing neurons in the primitive nervous system of the anthozoan *Renilla koellikeri*. *J. Comp. Neurol.*, **472**: 208-220.
- PRICE D.A., GREENBERG M.J. (1977) - Structure of molluscan cardioexcitatory neuropeptide. *Science*, **197**: 670-671.

M.C. GUERRERA<sup>1,3</sup>, F. TRIGLIA<sup>1,3</sup>, E. NAVARRA<sup>2</sup>, F. MARINO<sup>3</sup>, G. DE VICO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Corso di Perfezionamento in "Applicazioni Biotecnologiche in Maricoltura"  
(PON 2000-2006 Prog. N° 12745)

<sup>2</sup>Centro Studi Patologia Organismi marini c/o Acquario di Villa Mazzini, Messina, Italia.

<sup>3</sup>Dip. di Sanità Pubblica Veterinaria, Università di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata  
98168 Messina, Italia.

## INFEZIONE DA MICROSPORIDI IN TELEOSTEI MARINI DELL'ACQUARIO COMUNALE DI MESSINA

### *MICROSPORIDIAN INFECTION IN MARINE TELEOSTS REARED AT THE CIVIC AQUARIUM OF MESSINA*

#### **Abstract**

*Microsporidiosis is a parasitic disease due to intracellular protozoa parasites characterized by the production of spores. In the period from July to October 2003, various episodes of high and unexpected mortality in fish reared at the Civic Aquarium of Messina were registered. This finding permits to consider this environment as an experimental model to study protozoan disease and predisposing factors.*

**Key-words:** *protozoan diseases, teleost, parasites, histopathology.*

#### **Introduzione**

Negli ultimi anni sempre più frequenti sono state le segnalazioni in merito al riscontro di patologie protozoarie nei teleostei sia selvatici che di acquacoltura. Ai microsporidi spetta sicuramente un posto di primo piano in questo contesto. Si tratta di protozoi a parassitismo intracellulare, caratterizzati dalla capacità di produrre spore infestanti l'ospite definitivo per via digerente. A seguito di uno stimolo adeguato, in condizioni di temperature ottimali (Takahashi e Egusa, 1977), si verifica l'estroffessione del tubo polare dal punto più sottile della parete, attraverso la quale viene sospinto lo sporoplasma (Undeen, 1990). Questo può poi sviluppare direttamente nelle cellule epiteliali dell'intestino, o veicolato dai macrofagi, raggiungere la sua sede di elezione. Le successive divisioni si realizzano per merogonia o per sporogonia, con produzione di sporoblasti che a loro volta matureranno in spore. Queste, nella maggior parte delle specie, hanno dimensioni costanti ma si può anche osservare un certo dimorfismo (*Pleistophora*, *Spraguea*). Alcune specie inducono nelle cellule infette un'enorme ipertrofia con aumento di volume del nucleo e modificazioni superficiali quali formazione di microvilli, invaginazioni e ispessimento delle pareti. Queste cellule infarcite di microsporidi prendono il nome di xenomi (Weissenberg, 1968; Sprague e Vernick, 1968). Tra i generi di microsporidi, alcuni come *Glugea*, *Tetramicra* e *Ichthyosporidium*, possono parassitare più organi; altre come quelle del genere *Loma*, hanno una specifica affinità per le lamelle branchiali (Woo, 1995).

#### **Materiali e metodi**

Nel periodo luglio-ottobre 2003 si sono verificati episodi intermittenti di mortalità tra i teleostei ospiti dell'Acquario Comunale di Messina. Le specie inte-

ressate erano varie così come la loro distribuzione nelle 22 vasche del suddetto acquario (Tab. 1). Nel corso di vari sopralluoghi effettuati, è stato possibile osservare nei soggetti analizzati la presenza di numerosi focolai miliari biancastri distribuiti uniformemente sul corpo, nonché un aumento della mucosità cutanea e nelle fasi più avanzate un certo grado di opacamente corneale. I primi esami a fresco, eseguiti su strisci di muco branchiale, hanno messo in evidenza forme libere di protozoi ciliati ascrivibili al genere *Cryptocarion*. Queste osservazioni, supportate dagli aspetti lesivi, hanno fatto ipotizzare quale causa mortis la presenza nelle vasche di *Cryptocarioniasi*.

I soggetti deceduti sono stati inviati presso il Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria per l'esecuzione di esami anatomo-istopatologici. Campioni di vari organi e tessuti venivano fissati in formalina tamponata al 10% per essere successivamente processati routinariamente per l'inclusione in paraffina. Le sezioni ottenute, dello spessore di 5 µm, sono state colorate con Ematossilina-Eosina e Diff-Quik e quindi osservate al microscopio a diversi ingrandimenti.

Tab. 1 - Specie ittiche dell'Acquario di Messina colpite dall'infezione microsporidica, in relazione alla vasca e al periodo.

*Fish species of the Aquarium of Messina affected by microsporidian infection, related to the tank and period.*

| Specie                        | Nome Comune       | N° vasca di appartenenza | N° soggetti esaminati | Periodo (2003) |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| <i>Euscarus cretensis</i>     | Pesce pappagallo  | 17                       | 1                     | Luglio         |
| <i>Dicentrarchus labrax</i>   | Spigola           | 1                        | 1                     | Luglio         |
| <i>Apogon imberbis</i>        | Re di triglie     | 10                       | 1                     | Luglio         |
| <i>Mullus barbatus</i>        | Triglia di fango  | 2                        | 1                     | Luglio         |
| <i>Xyrichtys novacula</i>     | Pesce pettine     | 11                       | 1                     | Luglio         |
| <i>Boops boops</i>            | Boga              | 2                        | 1                     | Agosto         |
| <i>Thalassoma pavo</i>        | Donzella pavonina | 8/ 11                    | 4                     | Agosto         |
| <i>Apogon imberbis</i>        | Re di triglie     | 10                       | 1                     | Agosto         |
| <i>Euscarus cretensis</i>     | Pesce pappagallo  | 12/ 17                   | 4                     | Agosto         |
| <i>Pagellus</i> sp.           | Pagello           | 20                       | 1                     | Agosto         |
| <i>Puntazzo</i> sp.           | Sarago            | 9/ 11/ 17                | 37                    | Agosto         |
| <i>Chromis chromis</i>        | Castagnola        | 2/ 17                    | 14                    | Agosto         |
| <i>Oblada melanura</i>        | Occhiata          | 17                       | 1                     | Agosto         |
| <i>Spondylisoma cantharus</i> | Tanuta            | 2                        | 1                     | Settembre      |
| <i>Epinephelus costae</i>     | Dotto             | 17                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Scorpaena porcus</i>       | Scorfano nero     | 14                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Bothus podas</i>           | Rombo di rena     | 11                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Pagellus</i> sp.           | Pagello           | 2                        | 2                     | Settembre      |
| <i>Epinephelus marginatus</i> | Cernia bruna      | 9                        | 1                     | Settembre      |
| <i>Serranus scriba</i>        | Perchia           | 11                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Boops boops</i>            | Boga              | 2                        | 2                     | Settembre      |
| <i>Mullus barbatus</i>        | Triglia           | 2                        | 2                     | Settembre      |
| <i>Chromis chromis</i>        | Castagnola        | 2                        | 10                    | Settembre      |
| <i>Scorpaena</i> sp.          | Scorfano          | 14                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Scorpaena scrofa</i>       | Scorfano rosso    | 20                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Euscarus cretensis</i>     | Pesce pappagallo  | 12                       | 1                     | Settembre      |
| <i>Balistes carolinensis</i>  | Pesce balestra    | 13                       | 2                     | Ottobre        |
| <i>Euscarus cretensis</i>     | Pesce pappagallo  | 12                       | 1                     | Ottobre        |
| <i>Labrus turdus</i>          | Tordo             | 12                       | 1                     | Ottobre        |
| <i>Epinephelus marginatus</i> | Cernia bruna      | 9                        | 2                     | Ottobre        |

## Risultati

Nel 90% dei soggetti campionati sono stati repertati a piccolo ingrandimento e prevalentemente a carico delle branchie, delle formazioni del diametro di c.a. 0,5 mm che assumevano una colorazione rosso intenso con l'Ematossilina-Eosina e blu-violacea con la Diff-Quik (Fig. 1), assimilabili a xenomi da microsporidi ascrivibili al genere *Loma*. Negli sparidi, in particolare nei saraghi, il tessuto branchiale presentava una chiara alterazione della propria struttura con evidente scompaginamento delle lamelle secondarie. A più forte ingrandimento è stato possibile identificare nell'ambito di queste formazioni una parete ben netta di spessore variabile, ma sempre inferiore ad un micron. Il contenuto degli xenomi appariva di aspetto granulare disomogeneo, a testimonianza del fatto che diversi stadi maturativi erano contemporaneamente presenti all'interno dello xenoma. Ad immersione, tali formazioni venivano identificate come corpuscoli parassitari riferibili a sporoblasti di microsporidi. Gli stessi erano evidenziabili anche dentro cellule epiteliali mucosali che, in alcuni distretti, confluivano a formare aggregati di cellule infettate.

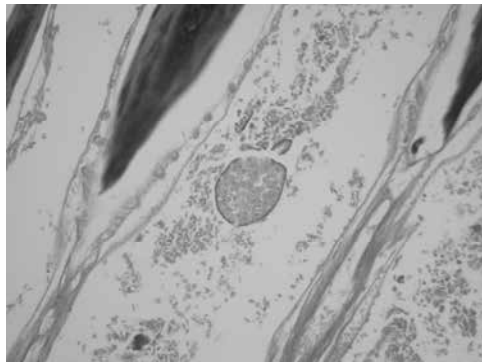


Fig. 1 - Sezione istologica di branchie di *Puntazzo puntazzo* mostrante l'aspetto dello xenoma. (Diff-Quik 30×).

*Puntazzo puntazzo*: histological section of gills showing a xenoma (DQ 30×).

## Conclusioni

L'obiettivo del presente lavoro è stato fornire un ulteriore contributo alla conoscenza delle microsporidiosi che colpiscono le specie mediterranee, descrivendo i principali quadri anatomo-istopatologici caratterizzanti un'infezione spontanea nelle diverse specie ittiche mantenute presso le vasche dell'Acquario Comunale di Messina. I microsporidi, sebbene sporadicamente segnalati in letteratura, hanno acquisito negli ultimi anni un'importanza centrale in ittiopatologia, in quanto protozoi capaci di portare a morte i pesci colpiti e verso i quali esistono pochi rimedi terapeutici. Inoltre, ci è sembrato molto significativo il riscontro di questi parassiti in pesci ospitati in un Acquario con ricambio continuo con acqua di mare che, ripetendo le condizioni che caratterizzano gli impianti in-shore, costituisce, a nostro avviso, un modello sperimentale per lo studio delle patologie delle specie ittiche allevate. Infine si sottolinea l'importanza dell'esame istopatologico per la

diagnosi, l'identificazione e la valutazione del danno tissutale dei microsporidi, considerata l'aspecificità dei sintomi così come delle lesioni macroscopiche.

### Bibliografia

- SPRAGUE V., VERNICK S.H. (1968) - Light and electron microscope study of a new species of *Glugea* (Microsporidia, Nosematidae) in the 4-spined stickleback *Apeltes quadracus*. *Journal of Protozoology*, **15**: 547-571.
- TAKAHASHI S., EGUSA S. (1977) - Studies on *Glugea* infection of the ayu, *Plecoglossus altivelis* – III. Effect of water temperature on the development of xenoma of *Glugea plecoglossi*. *Japanese Journal of Fisheries*, **11**: 195-200.
- UNDEEN A.H. (1990) - A proposed mechanism for the germination of microsporidian (Protozoa: Microspora) spores. *Journal of Theoretical Biology*, **142**: 223-235.
- WEISSEMBERG R. (1968) - Intracellular development of the microsporidian *Glugea anomala* Moniez in hypertrophying migratory cells of the fish *Gasterosteus aculeatus* L., an example of the formation of "xenoma" tumours. *Journal of Protozoology*, **15**: 44-57.
- WOO P.T.K. (1995) - *Fish Diseases and Disorders: Protozoan and Metazoan Infections*. CABI, New York: 808 pp.



A. LO GIUDICE, L. MICHAUD, M. PRESTINENZI, V. BRUNI

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.  
alogiudice@unime.it

## INFLUENZA DI TEMPERATURA, pH E NaCl SULL'ATTIVITÀ LIPOLITICA DI BATTERI MARINI ANTARTICI PSICROTROFI

### *THE INFLUENCE OF TEMPERATURE, pH AND NaCl ON THE LIPOLYTIC ACTIVITY OF PSYCHROTROPHIC ANTARCTIC MARINE BACTERIA*

#### **Abstract**

*Lipolytic activity of 157 Antarctic psychrotrophic marine bacteria was evaluated on a basal medium supplemented with six individual lipidic substrates. Restriction Analysis of Amplified 16S rDNA was carried out on strains acting hydrolysis mainly at low temperature. Six isolates were selected to study the combined influence of pH, temperature and NaCl concentration onto lipolysis. Results showed that lipolytic activity occurred more efficiently at 15 °C, pH 7.4, and NaCl concentration ranging from 3.5 to 7%.*

**Key-words:** *Antarctic bacteria, hydrolysis, abiotic factors.*

#### **Introduzione**

L'adattamento al freddo dei batteri antartici deriva in parte dalla loro capacità di produrre enzimi ad elevata efficienza catalitica a bassa temperatura. Da alcuni anni viene riconosciuto il considerevole potenziale dei *cold-enzymes* per lo sfruttamento in processi industriali. In particolare, le esterasi e le lipasi prodotte da microrganismi psicrofili e psicrotrofi (Morita, 1975) presentano interessanti applicazioni in biotecnologia, specie in campo alimentare e cosmetico, e sono state proposte quale interessante alternativa agli agenti microbici di origine mesofila nella rimozione di sostanze oleose dai sistemi acquatici (Gerday *et al.*, 2000; Suzuki *et al.*, 2001).

Lo scopo del lavoro è stato quello di stabilire le condizioni ottimali per l'attività lipolitica di batteri marini antartici psicrotrofi, osservando l'influenza di alcuni fattori abiotici su tale processo enzimatico.

#### **Materiali e metodi**

I 157 ceppi batterici utilizzati per lo studio dell'attività lipolitica sono stati isolati nel corso di due diverse campagne oceanografiche in Antartide (Maugeri *et al.*, 1996; Lo Giudice *et al.*, 2003). Lo screening preliminare è stato effettuato sul terreno basale proposto da Sierra (1957) addizionato con sei diversi substrati di natura lipidica: tween 20 (1%, v/v), tween 40 (1%, v/v), tween 60 (1%, v/v), tween 80 (1%, v/v), tween 85 (0.2%, v/v) e tributirina (0.2%, v/v). Le piastre, seminate per infissione, sono state incubate a 4 °C, 15 °C e 30 °C per tre settimane. Trascorso tale periodo, gli aloni di degradazione (chiari nel caso della tributirina e opachi per gli altri substrati) sono stati misurati con l'aiuto di un calibro. Il diametro totale, meno il diametro delle colonie, è stato considerato essere proporzionale al tasso di attività lipolitica.

Sulla base dei risultati ottenuti dallo screening, per ogni substrato sono stati selezionati da due a sei isolati grazie alla loro capacità di produrre aloni più ampi a 4 °C e 15 °C piuttosto che a 30 °C. Tali ceppi sono stati sottoposti ad analisi ARDRA (*Restriction Analysis of Random Amplified rDNA*) come precedentemente descritto da Michaud *et al.* (2004). Il confronto dei profili di restrizione ottenuti ha consentito di selezionare sei ceppi batterici distinti (denominati 41, 63, 69, 124, 25/3 e 50/3) da utilizzare per lo studio dell'influenza congiunta esercitata sulla lipolisi da temperatura (4 °C e 15 °C), pH (da 5 a 9) e concentrazione di NaCl (da 0 a 11%). Ogni ceppo è stato testato nei confronti del substrato da lui idrolizzato più efficacemente: ceppo 50/3 su tween 20, ceppo 124 su tween 40, ceppo 41 su tween 60, ceppo 69 su tween 80, ceppo 63 su tween 85 e, infine, ceppo 25/3 su tributirina. In questi saggi il terreno basale è stato modificato sostituendo l'acqua di mare prevista con acqua distillata.

I ceppi in esame sono stati inoltre identificati mediante l'analisi della sequenza del 16S rDNA.

## Risultati

Il 60.5% dei ceppi testati era in grado di utilizzare tutti i substrati. Il diametro degli aloni di degradazione era in media maggiore a 30 °C per tutti i substrati e non sono state rilevate, nel complesso, nette differenze tra gli aloni formati dopo incubazione a 4 °C e 15 °C. L'idrolisi del tween 20 e del tween 40 è stata caratterizzata mediamente da aloni più estesi.

Quattro dei sei ceppi selezionati sulla base dell'analisi ARDRA e appartenenti ai generi *Pseudoalteromonas* (ceppi 41, 69 e 124) e *Vibrio* (ceppo 50/3) producevano aloni di degradazione più ampi a 15 °C. Tra questi, il ceppo 50/3 attuava l'idrolisi solo nel range di NaCl da 3.5% a 5%, con un optimum a 15 °C, pH 9 e NaCl 3.5%. Solo nel caso del ceppo 25/3 (identificato come *Psychrobacter*) l'influenza della temperatura era trascurabile, con condizioni ottimali per l'idrolisi a pH 9 e NaCl 7%. Il ceppo 63, anch'esso appartenente al genere *Psychrobacter* era l'unico a produrre aloni nettamente più ampi a 4 °C (anche di 10 mm rispetto ai 15 °C), con diametri maggiori a pH 7.4 e NaCl da 1 a 9%.

## Conclusioni

L'idrolisi di più substrati ad opera della maggior parte dei 157 ceppi testati nel corso dello screening preliminare indica la possibile produzione di lipasi ed esterasi con caratteristiche diverse.

Lo studio dell'influenza di alcuni fattori abiotici sull'attività lipolitica dei batteri marini antartici è stato condotto su sei isolati con lo scopo di stabilire le condizioni ottimali per l'idrolisi del substrato testato. Tra questi, particolare interesse ha suscitato il ceppo 63, appartenente al genere *Psychrobacter*, poiché mostrava attività maggiore a 4 °C. Tale comportamento potrebbe indicare, infatti, la produzione di un enzima lipolitico particolarmente attivo a bassa temperatura e utilizzabile in ambito industriale minimizzando il dispendio energetico.

Soltanto il ceppo 50/3, appartenente al genere *Vibrio*, ha risentito maggiormente dell'influenza della concentrazione salina nel terreno di coltura idrolizzando il substrato fornitogli (tween 20) in un range ristretto di NaCl.

Nel complesso, le condizioni ottimali per l'attuarsi dell'attività lipolitica erano date da pH intorno a 7.4, NaCl da 3.5 a 7% e temperatura di 15 °C.

I risultati ottenuti serviranno ad ottimizzare la produzione degli enzimi lipolitici da sottoporre a caratterizzazione biochimica e strutturale.

### Bibliografia

- GERDAY C., AITTALEB M., BENTAHIR M., CHESSA J.P., CLAVERIE P., COLLINS T., D'AMICO S., DUMONT J., GARSOUX G., GEORLETT D., HOYOUX A., LONHIENNE T., MEUWIS M.A., FELLER G. (2000) – Cold-adapted enzymes: from fundamentals to biotechnology. *Trends Biotechnol.*, **18**: 103-107.
- LO GIUDICE A., MICHAUD L., ALLEGRA A., BRUNI V. (2003) - Batteri psicrotrofi isolati da habitat diversi del Mare di Ross (Baia Terra Nova, Antartide). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 1108-1111.
- MAUGERI T.L., GUGLIANDOLO C., BRUNI V. (1996) - Heterotrophic bacteria in the Ross Sea (Terra Nova Bay, Antarctica). *Microbiologica*, **19**: 67-76.
- MICHAUD L., DI CELLO F., BRILLI M., FANI R., LO GIUDICE A., BRUNI V. (2004) - Biodiversity of cultivable Antarctic psychrotrophic marine bacteria isolated from Terra Nova Bay (Ross Sea). *FEMS Microbiol. Lett.*, **230**: 63-71.
- MORITA R.Y. (1985) - Psychrophilic bacteria. *Bacteriol. Rev.*, **39** (2): 144-167.
- SIERRA G. (1957) - A simple method for the detection of lipolytic activity of microorganisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie Van Leeuwenhoek*, **23**: 15.
- SUZUKI T., NAKAYAMA T., KURIHARA T., NISHINO T., ESAKI N. (2001) - Cold-active lipolytic of psychrotrophic *Acinetobacter* sp. strain No. 6. *J. Biosc. Bioeng.*, **92** (2): 144-148.

La ricerca è stata supportata finanziariamente dal PNRA (Progetto Nazionale di Ricerche in Antartide).

V. MATOZZO, M.G. MARIN

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Ugo Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.

## BIOMARKERS DI ESPOSIZIONE A COMPOSTI ESTROGENICI E NEUROTOSSICI NEL BIVALVE *TAPES PHILIPPINARUM* IN LAGUNA DI VENEZIA

### *BIOMARKERS OF EXPOSURE TO ESTROGENIC AND NEUROTOXIC COMPOUNDS IN TAPES PHILIPPINARUM FROM THE LAGOON OF VENICE*

#### **Abstract**

*The effects of environmental exposure to estrogenic and neurotoxic compounds were evaluated in the clam *Tapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae) from the Lagoon of Venice. The results obtained indicate increased levels of Vg-like proteins, particularly in males, and decreased acetylcholinesterase activity, highlighting potential risk conditions for the clam population in the study areas.*

**Key-words:** *clams, endocrine disruptors, vitellogenin, acetylcholinesterase, Lagoon of Venice.*

#### **Introduzione**

Tra i contaminanti ambientali che trovano larga diffusione in aree marine costiere a forte impatto antropico, si colloca una categoria di sostanze chimiche ad attività estrogenica, note come *endocrine disruptors* (ED), distruttori endocrini. Si tratta di un gruppo eterogeneo di composti, sia naturali che di sintesi (xeno-estrogeni), in grado di interferire con i normali processi endocrini di molti organismi acquatici, sia vertebrati che invertebrati. Mimando l'azione degli estrogeni endogeni, gli ED possono indurre una risposta ormonale anomala, come l'induzione delle vitellogenine (Vg), glico-lipo-fosfoproteine precursori delle componenti proteiche del tuorlo. In questo lavoro, i potenziali effetti estrogenici di ED sono stati valutati in esemplari di vongole (*Tapes philippinarum*) raccolti in aree della Laguna di Venezia caratterizzate da un diverso grado di impatto antropico. I livelli di proteine Vg-like sono stati misurati nella ghiandola digestiva (probabile sito di produzione) e nell'emolinfa (mezzo di trasporto delle proteine), sia dei maschi (in condizioni normali i loro livelli di Vg sono praticamente nulli) che delle femmine della specie. Nell'emolinfa è stata anche determinata la concentrazione di  $\text{Ca}^{2+}$ , come parametro strettamente correlato alla presenza di proteine Vg-like, mentre nelle branchie è stata misurata l'attività dell'acetilcolinesterasi (AChE), la cui inibizione è indice di esposizione a composti neurotossici.

#### **Materiali e metodi**

I molluschi sono stati raccolti in 3 differenti aree della laguna: Campalto (CA), in prossimità di un impianto di depurazione, Marghera (MA), caratterizzata da una forte contaminazione industriale e Poveglia (PO), sito di riferimento. Non essendo possibile una distinzione del sesso degli animali sulla base di caratteristiche morfologiche, le vongole sono state raccolte in fase di pre-emissione dei

gameti, facilmente individuabili nei tessuti gonadici. I livelli di proteine Vg-like sono stati misurati nei due sessi su 3 diversi pool di emolinfa (ciascuno ottenuto da 5 vongole) e, individualmente, su 10 ghiandole digestive, usando il metodo colorimetrico ALP (*alkali labile phosphate*) proposto da Blaise *et al.* (1999). Negli stessi campioni di emolinfa è stata inoltre determinata la concentrazione di  $\text{Ca}^{2+}$  mediante il metodo proposto da Pekkarinen e Suoranta (1995). L'attività dell'AChE è stata invece misurata in 10 branchie mediante il metodo colorimetrico di Ellman *et al.* (1961), opportunamente modificato. Tutti i valori sono stati normalizzati in termini di contenuto proteico dei rispettivi tessuti secondo il metodo di Bradford (1976). L'analisi statistica dei risultati è stata effettuata mediante test non parametrici (Test *U* di Mann-Whitney).

## Risultati

I risultati sono riportati in Tab. 1. Un aumento significativo dei livelli di proteine Vg-like (espressi come  $\mu\text{g}$  ALP/mg proteine) è stato registrato nelle vongole di CA, sia nell'emolinfa dei maschi ( $p<0.05$ ) che nella ghiandola digestiva di entrambi i sessi (femmine:  $p<0.01$ ; maschi:  $p<0.01$  vs MA,  $p<0.001$  vs PO). Maschi e femmine di CA hanno fatto registrare anche un significativo incremento ( $p<0.05$ ) dei livelli di  $\text{Ca}^{2+}$  (mg  $\text{Ca}^{2+}$ /mg proteine) rispetto agli altri due siti di campionamento. L'attività dell'AChE (nmoli/min/mg proteine) è risultata invece significativamente ridotta nelle vongole di MA ( $p<0.05$ ) rispetto a quella degli animali raccolti a PO.

Tab. 1 - Livelli di proteine Vg-like ( $\mu\text{g}$  ALP/mg proteine), concentrazioni di  $\text{Ca}^{2+}$  (mg  $\text{Ca}^{2+}$ /mg proteine) e attività dell'AChE (nmoli/min/mg proteine) in *T. philippinarum*. I valori sono riportati come media  $\pm$  d.s. \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

Vg-like protein levels ( $\mu\text{g}$  ALP/mg proteins),  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations (mg  $\text{Ca}^{2+}$ /mg proteins) and AChE activity (nmol/min/mg proteins) in *T. philippinarum*. Values are means  $\pm$  s.d. \* $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

|                  | Proteine Vg-like<br>(emolinfa) |                           | Proteine Vg-like<br>(ghiandola digestiva) |                       | $\text{Ca}^{2+}$<br>(emolinfa) |                       | AChE                  |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  | ♂                              | ♀                         | ♂                                         | ♀                     | ♂                              | ♀                     |                       |
| Campalto<br>(CA) | 503,53<br>$\pm$<br>55,6        | 254,8<br>$\pm$<br>165     | 7,07<br>$\pm$<br>3,02                     | 8,01<br>$\pm$<br>5,8  | 5,72<br>$\pm$<br>0,08          | 5,83<br>$\pm$<br>0,1  | 4,10<br>$\pm$<br>1,2  |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |
| Marghera<br>(MA) | 134,68<br>$\pm$<br>57,57       | 150,05<br>$\pm$<br>100,17 | 3,26<br>$\pm$<br>1,18                     | 2,91<br>$\pm$<br>1,17 | 3,85<br>$\pm$<br>1,60          | 4,11<br>$\pm$<br>1,25 | 2,36<br>$\pm$<br>0,84 |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |
| Poveglia<br>(PO) | 140,75<br>$\pm$<br>40,1        | 1175,93<br>$\pm$<br>31,38 | 1,07<br>$\pm$<br>0,5                      | 3,07<br>$\pm$<br>1,77 | 5,26<br>$\pm$<br>0,13          | 5,34<br>$\pm$<br>0,19 | 6,48<br>$\pm$<br>1,58 |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |
|                  |                                |                           |                                           |                       |                                |                       |                       |

|    |   |      |
|----|---|------|
| CA | * | *    |
| MA |   | n.s. |
| PO |   |      |

|    |      |      |
|----|------|------|
| CA | n.s. | n.s. |
| MA |      | n.s. |
| PO |      |      |

|    |    |     |
|----|----|-----|
| CA | ** | *** |
| MA |    | *** |
| PO |    |     |

|    |    |      |
|----|----|------|
| CA | ** | **   |
| MA |    | n.s. |
| PO |    |      |

|    |   |      |
|----|---|------|
| CA | * | *    |
| MA |   | n.s. |
| PO |   |      |

|    |   |      |
|----|---|------|
| CA | * | *    |
| MA |   | n.s. |
| PO |   |      |

|    |      |      |
|----|------|------|
| CA | n.s. | n.s. |
| MA |      | *    |
| PO |      |      |

## Conclusioni

Dai risultati ottenuti è possibile ipotizzare un'esposizione delle vongole raccolte a CA a sostanze estrogeniche. A riguardo, va sottolineato che una frazione dei composti ad attività estrogenica (sia naturali che di sintesi) presenti negli ambienti acquatici, deriva proprio dagli impianti di depurazione delle acque. Tra i due sessi, il fenomeno di induzione di proteine Vg-like è risultato particolarmente evidente nei maschi. Probabilmente, gli alti livelli di estrogeni endogeni, che normalmente si registrano nelle femmine sessualmente mature, hanno mascherato l'azione di (xeno-)estrogeni in tutte le aree di studio. Sebbene il processo di vitellogenesi nei molluschi sia ancora poco conosciuto, i risultati ottenuti in *T. philippinarum* suggeriscono che, nelle vongole, tale processo abbia inizio proprio nella ghiandola digestiva e che l'emolinfa funga da "carrier" per le proteine. Anche la misura dell'attività dell'AChE ha messo in evidenza differenze tra le vongole dei 3 siti: la ridotta attività enzimatica registrata negli animali di MA fa supporre, infatti, la presenza di contaminanti ad azione neurotossica nell'area studiata.

## Bibliografia

- BLAISE C., GAGNÉ, PELLERIN J., HANSEN P.D. (1999) - Determination of vitellogenin-like properties in *Mya arenaria* hemolymph (Saguenay Fjord, Canada): a potential biomarker for endocrine disruption. *Environ. Toxicol.*, **14**: 455-465.
- BRADFORD M.M. (1976) - A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of the protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**: 248-254.
- ELLMAN G.L., COURTNEY K.O., ANDRES V., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- PEKKARINEN M., SUORANTA R. (1995) - Effects of transportation stress and recovery and sample treatment on  $\text{Ca}^{2+}$  and glucose concentrations in body fluids of *Anodonta anatina* (Linnaeus). *J. Shellfish Res.*, **14**: 425-433.

D. MINELLI, V. COLLEVECCHIO, M. VALLISNERI, B. SABELLI

Dip. di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Univ. di Bologna, Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.

## L'ASIMMETRIA DEL COMPLESSO ABENULARE IN ALCUNI BATOIDEA E SQUALOIDEA

### *ON THE ASYMMETRY OF THE HABENULAR COMPLEX IN SOME BATOIDEA AND SQUALOIDEA*

#### **Abstract**

*Our preliminary comparative observations on Squalus acanthias, Scylliorhinus stellaris, Chiloscyllium arabicum, Myliobatis aquila and Raja asterias, suggest that the asymmetry of the habenulae is not constant in Batoidea and Squaloidea. Moreover the asymmetry doesn't concern only the size, but also other histological features as shown by usual staining techniques and by fluorescence dyeing.*

**Key-words:** *habenulae, Batoidea, Squaloidea, brain.*

#### **Introduzione**

Dalle indagini sulla distribuzione filogenetica dell'asimmetria abenulare nei Vertebrati, alcuni studi (Concha e Wilson, 2001) hanno dimostrato che l'asimmetria destra è un carattere antico per gli Agnati ed i Ganoidi e che c'è la tendenza in Anfibi e Rettili a trasformare l'asimmetria destra in asimmetria sinistra. Nell'ambito di questa ipotesi, l'asimmetria sinistra dimostrata nei Condroitti Squaloidei sarebbe un carattere derivato. Poiché la lateralità diencefalica nei Batoidei non è stata indagata, se non in poche specie, e in particolare non è nota a livello abenulare, abbiamo analizzato l'epitalamo di alcuni Raiformi confrontandolo con quello di alcune specie di Squaliformi.

#### **Materiali e metodi**

Per la presente ricerca sono stati utilizzati esemplari adulti di Batoidei (*Myliobatis aquila* e *Raja asterias*) e di Squaloidei (*Squalus acanthias*, *Scylliorhinus stellaris* e *Chiloscyllium arabicum*). Tutti gli animali sono stati anestetizzati con MS 222 (tricainametanefosfonato) ed è stato prelevato l'encefalo che è stato fissato in paraformaldeide al 4% in tampone fosfato. Alcuni encefali sono stati disidratati, inclusi in paraffina e le sezioni ottenute al microtomo sono state colorate con il metodo di Giemsa. Alcuni encefali di *Raja asterias* e *Chiloscyllium arabicum* sono stati trattati con colorante fluorescente liposolubile: una indocarbocianina (DiI) (Molecular Probes, Nb). Il colorante è stato inserito nelle abenule e nel nucleo interpeduncolare, ed ha permesso di tracciarne le connessioni nervose. Dopo l'inserzione del colorante i cervelli sono stati mantenuti, sempre nel medesimo fissativo, a 37 °C per circa 30 giorni al buio e sono stati successivamente inclusi in gelatina e sezionati con microtomo congelatore. Le sezioni sono state montate con glicerina al 50% ed immediatamente osservate con microscopio a fluorescenza equipaggiato con un set di filtri per la rodamina.



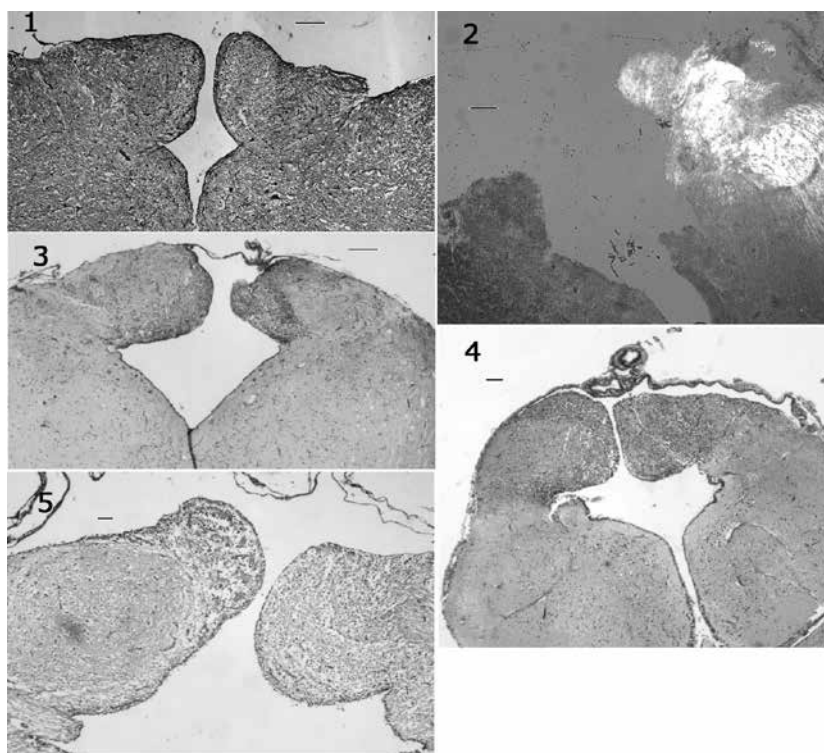


Fig. 1 - Sezione trasversale del diencefalo di *Myliobatis aquila* a livello delle abenule. Colorazione Giemsa. Scale bar 100 µm.

*Cross section of the diencephalon of Myliobatis aquila at the level of the habenulae. Giemsa staining. Scale bar 100 µm.*

Fig. 2 - Sezione trasversale del diencefalo di *Raja asterias* a livello delle abenule. L'abenula destra è marcata con colorante fluorescente. Scale bar 100 µm.

*Cross section of the diencephalon of Raja asterias at the level of the habenulae. The right habenula is stained with fluorescent dyeing. Scale bar 100 µm.*

Fig. 3 - Sezione trasversale del diencefalo di *Chiloscyllium arabicum* a livello delle abenule. Colorazione Giemsa. Si noti il maggiore sviluppo dell'abenula sinistra che presenta anche una diversa struttura con pars medialis e pars lateralis. Scale bar 100 µm.

*Cross section of the diencephalon of Chiloscylidium arabicum at the level of the habenulae. Note the larger left habenula with a different structure made up of pars medialis and pars lateralis. Giemsa staining. Scale bar 100 µm.*

Fig. 4 - Sezione trasversale del diencefalo di *Scylliorhynchus stellaris* a livello delle abenule. Colorazione Giemsa. Si noti il maggiore sviluppo dell'abenula sinistra che presenta anche una diversa struttura con pars medialis e pars lateralis. Scale bar 100 µm.

*Cross section of the diencephalon of Scylliorhynchus stellaris at the level of the habenulae. Note the larger left habenula with a different structure made up of pars medialis and pars lateralis. Giemsa staining. Scale bar 100 µm.*

Fig. 5 - Sezione trasversale del diencefalo di *Squalus acanthias* a livello delle abenule. Colorazione Giemsa. Si noti il maggiore sviluppo dell'abenula sinistra che presenta anche una diversa struttura con pars medialis e pars lateralis. Scale bar 100 µm.

*Cross section of the diencephalon of Squalus acanthias at the level of the habenulae. Note the larger left habenula with a different structure made up of pars medialis and pars lateralis. Giemsa staining. Scale bar 100 µm.*



## Risultati e conclusioni

Nei Condroitti, è presente una notevole asimmetria morfologica dei nuclei delle abenule. Osservazioni nostre e di altri autori, relative agli Squaloidei indicano che le differenze di taglia tra i lati destro e sinistro dell'abenula si estendono anche all'organizzazione neuronale, alla mielinizzazione delle fibre (Kemali *et al.*, 1980; Miralto e Kemali, 1980; Smeets *et al.*, 1983), e alla distribuzione della Calbindina-D 28k, una proteina calciodipendente (Rodriguez-Moldes *et al.*, 1990). In particolare in *Chiloscyllium arabicum* mentre l'abenula destra contiene una bassa densità di cellule e non presenta immunoreattività da calbindina-D 28k, la sinistra risulta generalmente più slargata, mostra immunoreattività da calbindina-D 28k e un nucleo laterale con neuroni ampi e associati a fibre mieliniche. I dati sono confermati dalle osservazioni condotte sui cervelli trattati con colorante fluorescente (indocarbocianina, DiI), anche nelle sezioni a livello del fascicolo retroflesso, che dalle abenule proietta al nucleo interpeduncolare (Giuliani *et al.*, 2002). Le indagini da noi compiute su alcuni Batoidei mostrano una asimmetria molto ridotta delle abenule e dei fasci di fibre che collegano queste al nucleo interpeduncolare del mesencefalo; in particolare in *Myliobatis aquila* si nota una minore differenza delle dimensioni delle abenule anche se la sinistra risulta leggermente più voluminosa dell'altra (Fig. 1). *Raja asterias* presenta invece l'abenula destra di maggiori dimensioni (Fig. 2). Questi dati, confrontati con quelli da noi ottenuti in *Chiloscyllium arabicum* (Fig. 3), *Scylliorhynchus stellaris* (Fig. 4) e *Squalus acanthias* (Fig. 5) sembrano indicare che nell'ambito di una medesima classe di Vertebrati vi è diversità relativamente a questo carattere. Infine stiamo verificando se i risultati ottenuti mediante trattamento con colorante fluorescente (DiI) per quanto riguarda le connessioni delle abenule con il nucleo interpeduncolare del mesencefalo concordano con quelle fino ad ora osservate negli Squaloidei.

## Bibliografia

- CONCHA M.L., WILSON S.W. (2001) - Asymmetry in the epithalamus of vertebrates. *J. Anat.*, **199**: 63-84.
- GIULIANI A., MINELLI D., QUAGLIA A., VILLANI L. (2002) - Telencephalo-habenulo interpeduncular connections in the brain of the shark *Chiloscyllium arabicum*. *Brain Res.*, **926**: 186-190.
- KAPPERS C.U.A. (1906) - The structure of the teleostean and selachian brain. *J. Comp. Neurol.*, **16**: 1-109.
- KEMALI M., MIRALTO A., SADA E. (1980) - Asymmetry of the habenulae in the elasmobranch *Scyllium stellare*. Light microscopy. *Z. Mikrosk. Anat. Forsh.*, **94**: 801-813.
- MIRALTO A., KEMALI M. (1980) - Asymmetry of the habenulae in the elasmobranch *Scyllium stellare*. Electron microscopy. *Z. Mikrosk. Anat. Forsh.*, **94**: 794-800.
- RODRIGUEZ-MOLDES I., TMMERMANS J.P., ADRIAENSEN D., DE GROODT LASSEL M.H. (1990) - Asymmetric distribution of calbindin D28K in the ganglia habenulae of an elasmobranch fish. *Anat. Embryol.*, **181**: 389-391.
- SMEETS W.J.A.J., NIEUWENHUYIS R., ROBERTS B.L. (eds) (1983) - *The central nervous system of cartilaginous fishes: structure and functional correlation*. Springer-Verlag, New York.

M. PERNICE, T. BACCI, F. CARANNANTE, D. CHIOTA, F. DI NUZZO, G. MAGNIFICO,  
E. PUGGINA, E. CASOLA

ICR MARE, Vico S. Domenico Maggiore, 9 - 80134 Napoli, Italia.

## IL GIOCAMARE

### *A PRATICAL EDUCATIONAL METHOD ABOUT SEA AND FISHERIES: "IL GIOCAMARE"*

#### **Abstract**

*The relevance of environmental education in school programming is more and more evident. "L'Educambiente" team suggests a teaching method based primarily upon the practical knowledge of sea and fishery activities. Games are used to involve the children: the first one is useful to understand the importance of managing the fishery resources; "Kim's games" help to acquire the knowledge of inhabitants and everything lie on the sea-shore. Tests are also given to children and teachers to value the issues.*

**Key-words:** education, sea, fisheries, Italy.

#### **Introduzione**

Negli ultimi anni, l'educazione ambientale è entrata a far parte, con sempre maggior forza, delle programmazioni scolastiche a tutti i livelli d'insegnamento. Questa tendenza è frutto della presa di coscienza dell'importanza di fornire ai cittadini del domani gli strumenti cognitivi necessari ad una più profonda forma di rispetto dell'ambiente, che nasca e si sviluppi dalla comprensione delle dinamiche e degli equilibri degli ecosistemi naturali. L'importanza del ruolo dell'educazione ambientale è stata sancita anche dall'Agenda 21, il piano di azione elaborato per lo sviluppo del 21° secolo durante i lavori della Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo svoltasi a Rio de Janeiro nel 1992.

Il gruppo "L'Educambiente", che lavora sul territorio campano e in particolare nella città di Napoli, intende con questo lavoro far conoscere la propria metodologia didattica che associa all'approccio scientifico quello ludico e che considera il lavoro sul campo lo strumento centrale per l'educazione alla natura. Come scrive Baden Powell (2002), fondatore del movimento scoutistico: "Nell'educazione l'argomento da instillare deve essere reso attraente e bisogna attirare il pesce con un verme succulento".

In particolare, con "Il Giocamare" si intende proporre uno strumento didattico che punti allo sviluppo della conoscenza dell'ambiente marino tramite il coinvolgimento dell'intera sfera sensoriale e, soprattutto, stimolando con il gioco l'interesse dei discenti.

I giochi presentati sono incentrati sull'aspetto marino biologico e sull'attività di pesca in quanto nel territorio campano la tradizione del mestiere della pesca, con 3.794 occupati e una flotta di 1.579 battelli (IREPA, 2000), e l'ambiente marino sono fortemente intrecciati.

## Materiali e metodi

### GIOCO: PESCA SÌ, PESCA NO!

I bambini si siedono sulla sabbia intorno a numerosi pesciolini di carta colorati e calamitati. Si dividono in due o tre squadre a seconda del numero. Ad ogni squadra viene data una “canna da pesca” munita alla sua estremità di una calamita. Inizialmente lo scopo è semplicemente quello di pescare più pesci possibili, in assenza di limitazioni: pescare senza alcun limite riduce drasticamente il numero di pesciolini, quindi la mancanza di regole decreta la fine di una risorsa. Nei giri successivi viene di volta in volta introdotta una regola diversa. 1) L’obbligo di pescare solamente in una zona circoscritta, per parlare di zone di pesca e aree protette. 2) Si comincia a pescare e dopo pochi secondi si dà lo stop, per spiegare le misure di gestione che prevedono limitazioni temporali, come il fermo di pesca. 3) Si chiede ai bambini di pescare solo i pesci di un determinato colore, associando ad esso un’età o una specie, per avviare il discorso sulla taglia minima di pesca e per far capire cosa succede in una catena alimentare se sottraiamo sempre lo stesso componente. 4) I bambini si “aiutano” con le mani per prendere più pesci. Le mani possono essere considerate un attrezzo diverso dalla canna, si fa notare come la differenza di attrezzi influenzi la pesca.

### GIOCO: IL MARE IN SCATOLA

Il mare in scatola è un gioco che si basa sull’esperienza tattile così come i “Giochi di Kim” (Kipling, 2003). I bambini a turno inseriscono la mano nella scatola e cercano di indovinare qual è l’oggetto nascosto. Naturalmente gli “oggetti” sono costituiti da conchiglie, rizomi, spugne e quant’altro si può trovare comunemente in spiaggia. Gli alunni vengono spinti a guardare le solite cose ma con occhi diversi. Ogni “oggetto” scoperto funge da trampolino di lancio per il passaggio di alcune nozioni, ad esempio la conchiglia di Bivalve o di Gasteropode è il punto di partenza per spiegare la biologia dei molluschi e la formazione della conchiglia, un tappo di bottiglia, invece, servirà per parlare di inquinamento e biodegradabilità.

Al termine della lezione sono stati distribuiti agli alunni dei test per verificare il livello di apprendimento e ribadire ulteriormente le nozioni più importanti, mentre agli insegnanti sono stati consegnati test di “soddisfazione del cliente”, al fine di testare la chiarezza dei moduli proposti e l’efficienza didattica del gruppo.

## Risultati e conclusioni

Durante lo svolgimento dei giochi si è potuto appurare che il gioco “Pesca sì, pesca no!” ha il pregio di avere un buon impatto visivo, e il passaggio di informazioni complesse è risultato altamente facilitato. Con il gioco “Il mare in scatola” è stato constatato che viene alimentata la curiosità dei bambini, che tendono a fare numerose domande sugli oggetti che scoprono. Al termine dei giochi, i bambini, si dimostrano altresì entusiasti di aver trascorso una giornata in spiaggia, in cui con il gioco hanno riscoperto e arricchito di nuovi particolari una realtà quale quella del mare a loro particolarmente vicina.

Il 90% dei test consegnati ha mostrato dati positivi per l’apprendimento dei discenti, mentre il 10% ha fornito risultati non del tutto soddisfacenti. Dai test consegnati ai docenti si è evinto un ottimo livello di soddisfazione sia per quanto

concerne l'efficienza didattica sia per quanto concerne l'adattabilità degli argomenti alle loro esigenze formative.

In conclusione i risultati ottenuti incoraggiano a perseguire la strada intrapresa.

### **Bibliografia**

BADEN POWELL R. (2002) – *Lo scautismo per i ragazzi*. Ed. Salani, Firenze: 299 pp.

COLLANA IREPA RICERCHE (2002) – *Osservatorio della pesca Campana Rapporto 2000*. F. Angeli Ed., Milano: 32-33.

KIPLING J.R. (2003) – *Kim*. Oscar Mondatori, Milano: 158 pp.

REPORT OF THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1992) – Agenda 21: Action plan for the sustainable development. [online]  
URL: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>.

R. ROMANI, I. CORSI\*, S. BONACCI\*, S. FOCARDI\*, E. GIOVANNINI, G. ROSI

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Scienze Biochimiche, Sezione di Biologia Cellulare e Molecolare,  
Università degli Studi di Perugia, Via del Giochetto – 06122 Perugia, Italia.

romanir@unipg.it

\*Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti”, Università degli Studi di Siena,  
Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.

## ACETILCOLINESTERASI NEI MOLLUSCHI

### ACETYLCHOLINESTERASES IN MOLLUSKS

#### Abstract

*Cephalopod mollusks showed acetylcholinesterase (AChE) forms at high catalytic efficiency and poor inhibition by organophosphates (OPs), likely due to presence of a polar aminoacid residue instead of a non-polar one in the AChE active site. Again, bivalve molluscs living in different habitats (S. inaequalis, M. galloprovincialis, A. colbeckii) displayed a polymorphism of AChEs, different patterns of OP-inhibition and AChE gene overexpression associated with OP resistance. These results candidate AChE forms as biomarkers for OP pollution.*

**Key-words:** invertebrate, acetylcholinesterase, OP-resistance, pollution monitoring.

#### Introduzione

Le colinesterasi (ChE) sono enzimi appartenenti alla classe delle idrolasi seriniche che idrolizzano gli esteri della colina. Le colinesterasi dei vertebrati sono classificate come acetilcolinesterasi (AChE, EC 3.1.1.7) e butirrilcolinesterasi (BChE, EC3.1.1.8) sulla base della specificità di substrato e della selettività degli inibitori (Massoulié *et al.*, 1993). Le AChE e le BChE sono codificate da due differenti geni ed il polimorfismo molecolare che le caratterizza (forme globulari (G) e asimmetriche (A)) deriva dallo splicing alternativo dei suddetti geni (Massoulié *et al.*, 1993). Le forme G (G1, G2 e G4) sono costituite da subunità catalitiche che possono essere amfifiliche o idrofiliche; le forme A sono oligomeri ad alto peso molecolare costituiti da uno (A4), due (A8) o tre (A12) tetrameri catalitici legati mediante ponti di zolfo a una coda collagenica. Nei vertebrati le AChE sono localizzate nei tessuti nervosi e muscolari come enzimi legati a membrana (forme G) o legati alla lamina basale (forme A) e sono soprattutto coinvolte nella neurotrasmissione colinergica. Le BChE sono secrete come proteine solubili nel plasma, dove possono funzionare come enzimi “spazzini” nella detossificazione degli esteri della colina endogeni o esogeni (Massoulié *et al.*, 1993). Le BChE sono localizzate anche in numerosi tessuti, ma qui il loro ruolo biologico è ancora poco conosciuto (Massoulié *et al.*, 1993). Ricerche sulle ChE degli Invertebrati hanno evidenziato in questi organismi l'esistenza di un polimorfismo molecolare, privo delle forme asimmetriche dei vertebrati, che si manifesta con la coesistenza di forme globulari solubili e legate a membrana che generalmente evidenziano una bassa e poco definita specificità di substrato in confronto con quella delle forme dei vertebrati e una grande variabilità di comportamenti cinetici. Recenti ricerche hanno evidenziato nei molluschi la presenza di forme G di AChE ad alta specificità di substrato per l'acetiltiocolina ed elevata efficienza catalitica; esse non idrolizzano la butirritiocolina (BTC) e non risentono dell'effetto inibitorio

dell'organofosfato (OP) di-isopropylfluorophosphate (DFP) (Mutero *et al.*, 1994). La genetica delle AChE degli invertebrati varia nei differenti phyla e qualche volta nello stesso phylum: il più o meno complesso polimorfismo può essere codificato da uno o più geni. L'AChE è uno dei bersagli di insetticidi, soprattutto OP e carbammati, utilizzati in agricoltura. L'uso intensivo di tali sostanze ha dato luogo alla comparsa di specie resistenti con AChE modificate, meno sensibili all'insetticida stesso. Finora sono state identificate numerose mutazioni puntiformi, combinate nella stessa subunità catalitica dell'enzima, che hanno conferito un variabile pattern di resistenza (Mutero *et al.*, 1994). Negli ultimi anni le ricerche sul tema si sono indirizzate verso la mutagenesi sito-specifica per individuare i residui aminoacidici presenti nel sito attivo dell'enzima target degli OP (Fournier *et al.*, 1992).

Il nostro lavoro riporta alcuni studi molecolari e cinetici delle acetilcolinesterasi, eseguite su molluschi che differiscono per habitat e comportamento. In particolare, si riporta qui lo studio eseguito in tre specie di molluschi bivalvi *Mytilus galloprovincialis*, *Adamussium colbecki* e *Scapharca inaequivalvis* e nel cefalopode *Loligo opalescens*.

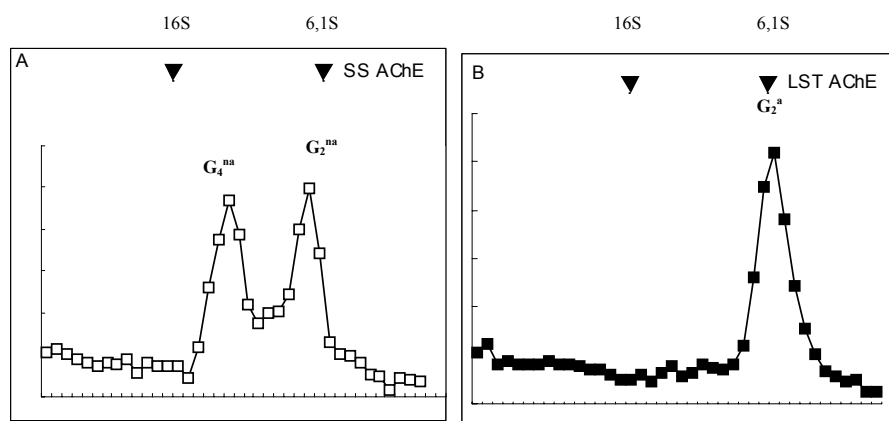


Fig. 1 - A e B: Profili di sedimentazione di AChE purificate, ottenuti con un gradiente di saccarosio 5-20% in tamponi ad alta forza ionica con Triton X-100(B) e senza Triton X-100 (A). Le frecce in alto indicano la posizione degli standard  $\beta$ -galattosidasi (16S) e la fosfatasi alcalina (6,1S). C schema del polimorfismo molecolare delle AChE.

A and B: sedimentation pattern in sucrose density gradient 5-20% of AChE forms purified. Gradients were made with Triton X-100 or without Triton X-100. Arrowheads show the positions of *E. coli*  $\beta$ -galactosidase (16 S, left) and alkaline phosphatase (6.1 S, right), used as internal markers of migration.

## Materiali e metodi

Tutti i reagenti utilizzati erano prodotti e/o commercializzati da Sigma (St. Louis, MO, USA) e tutte le soluzioni erano in acqua bidistillata. L'estrazione delle AChE è stata eseguita a 4 °C, utilizzando pool di animali *in toto* o pool di organi (branchie e mantello e/o piede nei bivalvi, lobo ottico nei cefalopodi) pro-

venienti da almeno 6-10 animali. L'estrazione sequenziale, la purificazione delle diverse isoforme, l'analisi di sedimentazione, la determinazione dei parametri farmacologici sono state eseguite secondo la procedura descritta da Talesa *et al.* (2002). Il saggio spettrofotometrico per le AChE è stato condotto in accordo con il metodo di Ellman *et al.* (1961).

Tab. 1 - Specificità di substrato delle forme purificate delle AChE da estratti di vari molluschi.  
*Substrate specificity of purified AChE from Mollusc.*

| Specie                           | forme AChE                   | ATC | Attività Specifica %<br>PTC | BTC  |
|----------------------------------|------------------------------|-----|-----------------------------|------|
| <i>Loligo opalescens</i>         |                              |     |                             |      |
| lobo ottico                      | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 45                          | ND   |
| <i>Scapharca inaequalvis</i>     |                              |     |                             |      |
| Piede                            | G <sub>4</sub>               | 100 | 86                          | 10,4 |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 73,7                        | ND   |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>na</sup> | 100 | 80,3                        | 12,4 |
| Branchie                         | G <sub>4</sub>               | 100 | 63,6                        | 16,7 |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 72,7                        | ND   |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>na</sup> | 100 | 69,8                        | 12,5 |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> |                              |     |                             |      |
| animale in toto                  | G <sub>4</sub>               | 100 | 82                          | 3    |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 52                          | ND   |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>na</sup> | 100 | 77                          | 2    |
| <i>Adamussium colbeckii</i>      |                              |     |                             |      |
| Muscolo Adduttore                | G <sub>4</sub>               | 100 | 85                          | 3    |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 73                          | ND   |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>na</sup> | 100 | 77                          | 5    |
| Branchie                         | G <sub>4</sub>               | 100 | 83                          | 3    |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>a</sup>  | 100 | 68                          | ND   |
|                                  | G <sub>2</sub> <sup>na</sup> | 100 | 70                          | 2,8  |

## Risultati

Nei bivalvi qui considerati, l'analisi di sedimentazione ha portato alla rilevazione di forme globulari di AChE classificabili come indicato da Massoulié *et al.* (1993): due forme solubili, una dimerica G<sub>2</sub><sup>na</sup> e una tetramerica G<sub>4</sub><sup>na</sup>, e una terza forma dimerica G<sub>2</sub><sup>a</sup> ancorata a membrana tramite un residuo di fosfatidilinositolo (Fig. 1). Nel lobo ottico di *L. opalescens*, invece, si riscontra soltanto la forma G<sub>2</sub><sup>a</sup>. Le AChE di questi molluschi mostrano una elevata specificità per il substrato acetiltiocolina; inoltre, le forme G<sub>2</sub><sup>a</sup> non idrolizzano la butirritiocolina (Tab. 1) (Talesa *et al.*, 1999, 2001, 2002). Tale specificità di substrato e il comportamento

in presenza di specifici inibitori (BW284c51 e iso-OMPA) fanno classificare tutte le isoforme studiate come vere AChE. E' di particolare interesse la loro risposta agli OP. Ciascuna delle specie in esame presenta infatti almeno una forma OP-resistente, che può essere di caso in caso rappresentata da una isoforma diversa (Tab. 2). In *Mytilus* tutte le forme di AChE sono OP-resistenti, con una moderata sensibilità della forma  $G_2^a$  per il paraoxon, ma con un valore di  $IC_{50}$  di  $10^{-4}$  M, comunque molto più elevato di quelli osservati per le AChE dei Vertebrati. In *Scapharca*, la resistenza agli OP è più elevata nelle forme solubili  $G^{na}$  e  $G_2^{na}$ , mentre la forma ancorata a membrana mostra una maggiore sensibilità. In *Adamussium* e in *Loligo*, invece sono le forme  $G_2^a$  a manifestare elevata resistenza agli OP. Contrariamente agli altri due bivalvi considerati, in *Adamussium* le forme solubili  $G_2^{na}$  e  $G_4^{na}$  presentano valori di  $IC_{50}$  paragonabili a quelli degli enzimi dei Vertebrati (Tab. 2). In *L. opalescens* la determinazione e l'analisi della sequenza del cDNA ha mostrato una elevata omologia con le principali sequenze delle AChE finora conosciute, e ha evidenziato, nel subsito acilico del sito attivo la sostituzione di un amminoacido polare al posto di un amminoacido non polare.

Tab. 2 -  $IC_{50}$  delle forme purificate di AChE dei Molluschi rispetto al DFP. ND: non determinabile.  
Inhibition sensitivity of purified AChE from Mollusc with DFP. ND: not detectable.

| Specie                                           | Forme AChE | IC50 (M) DFP |
|--------------------------------------------------|------------|--------------|
| AChE red blood cell                              | $G_2^a$    | $10^{-7}$    |
| <i>Loligo opalescens</i><br>Lobo ottico          | $G_2^a$    | ND           |
| <i>Scapharca inaequivalvis</i> Piede             | Solubili   | ND           |
|                                                  | $G_2^a$    | $10^{-5}$    |
| Branchie                                         | Solubili   | ND           |
|                                                  | $G_2^a$    | $10^{-5}$    |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> Animale in toto | Solubili   | ND           |
|                                                  | $G_2^a$    | ND           |
| <i>Adamussium colbeckii</i> Muscolo aduttore     | Solubili   | $10^{-7}$    |
|                                                  | $G_2^a$    | ND           |
| Branchie                                         | Solubili   | $10^{-7}$    |
|                                                  | $G_2^a$    | ND           |

Una specifica indagine è stata condotta su esemplari di *Scapharca* e *Mytilus* provenienti da tre località della costa adriatica con differente livello di inquinamento agro-industriale: Porto Garibaldi (stazione 1), Marina di Ravenna (stazione 2) e Cesenatico (stazione 3); quest'ultima stazione è considerata sito di controllo per il suo basso livello di inquinamento. L'espressione delle AChE in *Mytilus* non varia molto tra le diverse stazioni; si osserva soltanto un lieve aumento, se pur significativo, delle forme  $G_2^a$  nella stazione 2. In *Scapharca* invece, l'espressione degli enzimi varia a seconda la zona presa in considerazione. Sorprendentemente, l'attività di AChE più elevata si riscontra proprio in esemplari provenienti da



Porto Garibaldi, stazione prossima al delta del Po, con più intenso inquinamento agroindustriale e maggior presenza di OP e carbammati, noti anticolinesterasici (Fig. 2). Abbiamo anche condotto altri esperimenti in ambienti a condizioni controllate. Esemplari di *Scapharca* sono stati esposti a concentrazioni subletali di chlorpyrifos (CFP) per 4 e 15 gg; valutando dopo il trattamento eventuali variazioni, dell'attività AChE e dei messaggeri specifici. Un risultato di notevole rilievo è stato l'aumento di attività specifica delle AChE significativo nei tessuti del piede dopo 15 giorni (estratto LS) o 4 giorni (estratto LST) di esposizione al CPF, mentre nei tessuti branchiali tale aumento è significativo dopo 15 giorni in entrambi gli estratti tali aumenti di attività specifica appaiono in connessione con aumenti di trascrizione dei messaggeri.

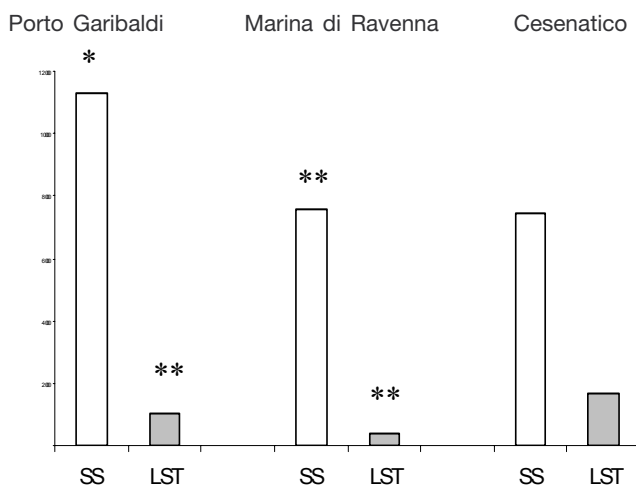


Fig. 2 - Attività totale delle AChE di *Scapharca inaequivalvis*, dopo estrazione sequenziale, in tre stazioni del nord Adriatico. Frazione SS: spontaneamente solubile; frazione LST: low salt TritonX100. \* $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  differisce significativamente dall'attività specifica di AChE in animali provenienti da Cesenatico.

Total AChE activity from *Scapharca inaequivalvis* after sequential extraction, the clams were collected from three areas of the northern Adriatic sea. SS: spontaneously soluble; LST extracts: low salt TritonX100. \* $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , significantly different from AChE specific activity in clams collected from Cesenatico.

## Conclusioni

In *L. opalescens*, l'analisi della sequenza di un gene codificante AChE ha permesso di rilevare la presenza di un amminoacido polare al posto di un amminoacido non polare nel subsito acilico del sito attivo. Tale sostituzione potrebbe spiegare le caratteristiche cinetiche di questa AChE, come l'alta specificità per il substrato ATC, l'assenza di idrolisi con il BTC e la resistenza all'OP diisopropyl fluorophosphate (DFP). In ogni specie le isoforme delle AChE si differenziano tra di loro per le differenze nelle proprietà cinetiche e farmacologiche, che fanno rite-

nere probabile una diversa organizzazione del loro sito attivo, attribuibile o ad uno splicing alternativo o, più probabilmente, alla presenza di più geni. Infatti, a tutt'oggi non ci sono evidenze sperimentali che possano dimostrare l'esistenza di un tale splicing nel quadro dell'espressione genica delle AChE, negli invertebrati, mentre è stata dimostrata l'esistenza di un numero variabile di geni dell'AChE medesima nei diversi phyla e alcune volte nello stesso phylum. Ad esempio, in *Caenorhabditis elegans* sono stati isolati e caratterizzati quattro geni che codificano AChE (Grauso *et al.*, 1998).

Questi risultati possono suggerire alcune interessanti ipotesi che, almeno per il momento, attendono ulteriori conferme sperimentali. In particolare, è interessante notare come non sia sempre la stessa isoforma a presentare resistenza agli OP nelle diverse specie esaminate. E' quindi probabile che ciascuna specie abbia almeno una forma OP-resistente in rapporto alle funzioni essenziali per la sua sopravvivenza o per l'adattamento a particolari ambienti. Infatti, in *Mytilus* e *Scapharca*, ambedue organismi sessili e filtratori, sono OP-resistenti le forme solubili  $G^{na}$  e  $G^{na}$ , che con probabilità svolgono una funzione di enzima "spazzino" analoghe a quelle delle BChE dei vertebrati, offrendo così una più ampia possibilità di adattamento ad ambienti molto selettivi, dove possono essere presenti sia sostanze tossiche esogene quali anatoxine (forma di OP naturale) prodotte da fitoplancton (cianobatteri), che endogene. Invece, nei cefalopodi, attivi predatori, le cui strutture visive comprendono un lobo ottico chiamato "retina profonda" e paragonabile alla retina dei Vertebrati, è la forma  $G^a$  che presenta una marcata resistenza agli OP. In *Adamussium*, filtratore ma con capacità di nuoto, è la forma di AChE  $G^a$  che presenta una marcata resistenza agli OP. E' probabile quindi che negli animali dove i tessuti nervoso e muscolare svolgono un ruolo determinante, la presenza di forme  $G^a$  OP-resistenti possa essere decisiva per la sopravvivenza degli organismi stessi, dal momento che questa forma sembra essere implicata nella trasmissione colinergica. L'aumento dell'espressione delle AChE da noi osservato negli animali provenienti da Porto Garibaldi può essere attribuito ad una modulazione dell'espressione delle forme OP-resistenti associata alla presenza di OP, fenomeno già descritto in *Drosophila* e *Schizaphis* (Fournier *et al.*, 1992) o, in particolari condizioni sperimentali, anche nel ratto (Kaufer *et al.*, 1999). Lo studio condotto in presenza di CFP mette in evidenza una correlazione tra l'aumento di attività specifica e quello dell'espressione genica. Inoltre, in presenza di OP l'efficienza catalitica tende a diminuire anche se in misura diversa nei due organi considerati, (piede e branchie). E' quindi probabile che venga indotta, con un meccanismo di feedback, la trascrizione di nuovi messaggeri per le forme OP resistenti, che risentono meno della suddetta diminuzione di efficienza catalitica (Romani *et al.*, manoscritto in preparazione). I risultati di queste indagini fanno candidare le AChE come possibili efficaci biomarker di inquinamento da OP.

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. Francesco Fabi per l'assistenza tecnica.

**Bibliografia**

- ELLMAN G.L., COURTNEY D.K., ANDRES V., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- FOURNIER D., BRIDE J.-M., HOFFMANN F., KARCH F. (1992) - Acetylcholinesterase. Two types of modifications confer resistance to insecticide. *J. Biol. Chem.*, **267**: 14270-14274.
- GRAUSO M., CULETTO E., COMBES D., FEDON Y., TOUTANT J.-P. (1998) - Existence of four acetylcholinesterase genes in the nematodes *Caenorhabditis elegans* and *Caenorhabditis briggsae*. *FEBS Lett.*, **424**: 279-284.
- KAUFER D., FRIEDMAN A., SEIDAMAN S., SOREQ H. (1999) - Acetylcholinesterases induce multigenic transcriptional feedback suppressing cholinergic neurotransmission. *Chem.-Biol. Interact.*, **119-120**: 349-360.
- MASSOULIÉ J., PEZZEMENTI L., BON S., KREJCI E., VALLETTE F.M. (1993) - Molecular and cellular biology of cholinesterases. *Prog. Neurobiol.*, **41**: 31-91.
- MUTERO A., PRALAVORIO M., BRIDE J.-M., FOURNIER D. (1994) - Resistance-associated point mutations in insecticide-insensitive acetylcholinesterase. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **9**: 5922-5926.
- TALESA V., GRAUSO M., ARPAGAU M., GIOVANNINI E., ROMANI R., ROSI G. (1999) - Molecular cloning and expression of a full-length cDNA encoding acetylcholinesterase in optic lobes of the squid *Loligo opalescens*: a new member of the cholinesterase family resistant to diisopropyl fluorophosphates. *Neurochem.*, **72**: 1250-1258.
- TALESA V., ROMANI R., ANTognelli C., GIOVANNINI E., ROSI G. (2001) - Soluble and membrane-bound acetylcholinesterases in *Mytilus galloprovincialis* (Pelecypoda: Filibranchia) from the northern Adriatic sea. *Chem. Biol. Interact.*, **134**: 151-166.
- TALESA V., ROMANI R., ANTognelli C., GIOVANNINI E., ROSI G. (2002) - Different expressions of organophosphate-resistant acetylcholinesterases in the bivalve mollusk *Scapharca inaequivalvis* living in three different habitats. *Environ. Toxicol. Chem.*, **21**: 102-108.

Questa ricerca è stata svolta con il finanziamento, Prot. n.MM05055722\_003 (2000) del Ministero Italiano dell'Università della Ricerca Scientifica e Tecnologica, e con il finanziamento, contratto n. QLK3-CT-2000-00650, della Comunità Europea.

D. SAVINI, M. CASTELLAZZI, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Lab. Ecologia, Dip. Genetica e Microbiologia, Università di Pavia, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.  
dario.savini@unipv.it

## OBSERVATIONS ON IMPOSEX IN THE ALIEN INVASIVE GASTROPOD *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA

### OSSERVAZIONI SULL'IMPOSEX NEL GASTROPODE ALIENO INVASIVO *RAPANA VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) IN NORD ADRIATICO

#### Abstract

An high incidence of imposex, superimposition of male sex organs onto the females caused by organotin compounds pollution (e.g. tributyltin), was reported in individuals of the alien invasive snail *Rapana venosa* (Neogastropoda, Muricidae), collected along the littoral of Cesenatico (Emilia Romagna, Italy). This predatory whelk is a pollution tolerant long living species widespread in proximity of Northern Adriatic port facilities, thus a good candidate for monitoring tributyltin pollution in the area.

**Key-words:** *Rapana venosa*, introduced species, imposex, tributyltin, pollution, Northern Adriatic.

#### Introduction

Organotin compounds such as tributyltin (TBT) are well known pollutants, cause of imposex (superimposition of male sex organs onto the female) in gastropods (Gibbs *et al.*, 1987). Although legislation has restricted the use of TBT as a biocide in antifouling paints, organotin compounds are still detected in marine organisms world-wide, and pseudo-hermaphroditism in gastropod is widely reported (Cajaraville *et al.*, 2000; Axiak *et al.*, 2003; Terlizzi *et al.*, 2003). Imposex in Mediterranean gastropod is poorly studied and described in detail only for the native snail *Hexaplex trunculus* (Terlizzi *et al.*, 1999), which appears a too sensitive species, being affected by very low concentration of TBT (Chiavarini *et al.*, 2003). This paper reports our preliminary observations on imposex in the alien predatory whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) along the shore of Cesenatico (Emilia Romagna, Italy). This gastropod might represent a more suitable species for monitoring highly contaminated areas, such as the Northern Adriatic Sea.

#### Materials and methods

*Rapana venosa* specimens (96 males + 68 females = n. 164) were collected in July 2002; 20 out of 68 females whelks (shell height = 83.0–115.4 mm) were collected on sandy bottom (depth: 8-10 m) by fishermen using cuttlefish nets, two miles from the littoral of Cesenatico ( $\phi = 44^{\circ}15'9''$  N;  $\lambda = 12^{\circ}26'6''$  E), other 48 (shell height = 84.5–116.2 mm) by SCUBA diving (depth: 2-3 m) on three artificial breakwaters (limestone blocks) facing the port entrance of Cesenatico. Following the methods reported by Terlizzi *et al.* (1999), living snails were narcotised immediately after collection using 7%  $MgCl_2$  in distilled water, the shell broken with a hammer and the body carefully removed. The mantle cavity was opened by cutting longitudinally between ctenidium and rectum. Females were recognised by the colour of

the gonads (females: yellow; males: reddish-brown; see Chung *et al.*, 1993) and the presence of the gonopore. All anomalies in the sexual apparatus were observed and classified following the Vas Deferens Sequence stages (VDS) (Gibbs *et al.*, 1987).

## Results

90% of the female whelks living on the artificial breakwaters and 85% of those living on sand showed imposex features. Morphological alterations appeared consistent with the stages 1-3 of the VDS (Fig. 1): stage 0=no alteration; stage 1=presence of a penis scar or bump (2-3 mm) behind the right ocular tentacle; stage 2=presence of a small penis (5-20 mm) with a developed penis duct; stage 3=presence of a bigger penis (20-30 mm), the penis duct continuing proximally in a portion of the vas deferens. Stages 4 (vas deferens reaching the vaginal opening), 5 and 6 (absence of the vulva) were observed neither in rock nor in sand samples.

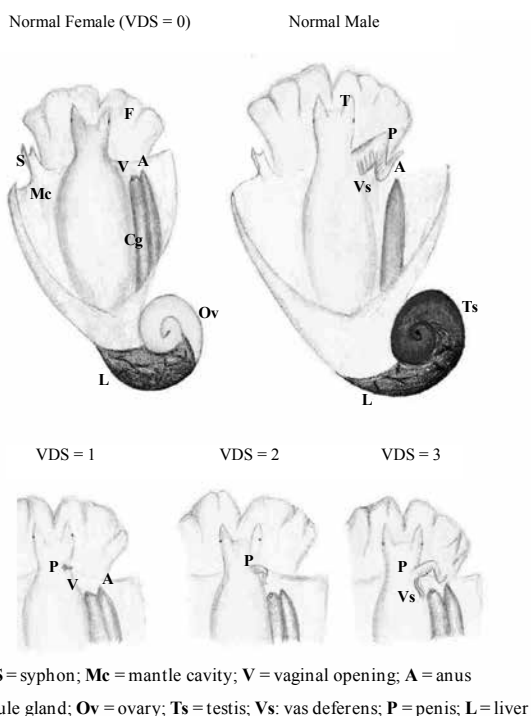


Fig. 1 - Normal genital system of *R. venosa* and morphological alterations in imposexed females. VDS = Vas Deferens Sequence (Drawing: M. Castellazzi).

*Apparato genitale normale di R. venosa ed alterazioni morfologiche nelle femmine affette da imposex. VDS = Vas Deferens Sequence (Disegno: M. Castellazzi).*

Tab. 1 shows the frequency of the VDS imposex stages in sand and rock specimens. Seriousness and frequency of the alterations were higher in samples collected on rock, in proximity of the Cesenatico port entrance showing a likely higher contamination by organotin compounds in that area.

Tab. 1 - Frequency of the Vas Deferens Sequence (VDS) stages in *R. venosa* samples collected on rocky breakwaters and on sandy bottom by cuttlefish fishermen.

*Frequenza degli stadi di VDS nei campioni di R. venosa raccolti sulle barriere frangiflutti (rock) e su fondale sabbioso dai pescatori di seppie (sand).*

| VDS  | Stage 0 | Stage 1 | Stage 2 | Stage 3 | total |
|------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Rock | 5       | 8       | 32      | 3       | 48    |
| Sand | 3       | 13      | 4       | 0       | 20    |

## Conclusions

*Rapana venosa* is an alien invasive species abundant along the Northern Adriatic littoral and particularly on the artificial breakwaters near port structures (Savini *et al.*, 2004). It is a pollution tolerant long living gastropod (>5 years), therefore it can be exposed to contaminants for a long time; this gastropod is also an active predator and a final consumer of the food web that feeds on TBT bioconcentrators, such as mussels and clams.

All these characteristics make *R. venosa* a possible alternative candidate species for biomonitoring TBT contamination in areas where the gastropod forms consistent populations (i.e. the Northern Adriatic). Nevertheless, further studies are necessary (correlation between TBT concentrations/imposex stages, comparison with native gastropods) in order to verify the appropriate use of *R. venosa* as a specific bioindicator of TBT pollution.

## References

- AXIAK V., MICALEFF D., MUSCAT J., VELLA A., MINTOFF B. (2003) - Imposex as a biomonitoring tool for marine pollution by tributyltin: some further observations. *Environ. Int.*, **28**: 743-749.
- CAJARAVILLE M.P., BEBIANNO M.J., BLASCO J., PORTE C., SARASQUETE C., VIARENGO A. (2000) - The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. *Sci. Tot. Env.*, **247**: 295-311.
- CHIAVARINI S., MASSANISSO P., NICOLAI P., NOBILI C., MORABITO R. (2003) - Butyltins concentration levels and imposex occurrence in snails from the Sicilian coasts (Italy). *Chemosphere*, **50**: 311-319.
- CHUNG E.Y., KIM S.Y., KIM Y.G. (1993) - Reproductive Ecology of the purple shell, *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae), with special reference to the reproductive cycle, deposition of egg capsules and hatching of larvae. *Korean J. Malacology*, **9** (2): 1-15.
- GIBBS P.E., BRYAN G.W., PASCOE P.L., BURT G.R. (1987) - The use of the dog-whelk *Nucella lapillus*, as an indicator of Tributyltin (TBT) contamination. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **67**: 507-523.
- SAVINI D., CASTELLAZZI M., FAVRUZZO M., OCCHIPINTI AMBROGI A. (2004) - The alien mollusc *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda, Muricidae) in the Northern Adriatic Sea: population structure and shell morphology. *Chem. Ecol.*, **20**: 411-424.
- TERLIZZI A., GERACI S., GIBBS P.E. (1999) - Tributyltin (TBT)-induced imposex in the neogastropod *Hexaplex trunculus* in Italian coastal waters: morphological aspects and ecological implications. *Ital. J. Zool.*, **66**: 141-146.
- TERLIZZI A., DELOSA L., GARAVENTA F., FAIMALI M. (2003) - Limited effectiveness of Marine Protected Areas: imposex in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) populations from Italian marine reserves. *Mar. Poll. Bull.*, **48**: 164-192.

A. SPECCHIULLI, F. SPAGNOLI, F. FIESOLETTI, G. BARTHOLINI

CNR – Istituto di Scienze Marine, Sezione di Lesina, Via Pola, 4 – 71010 Lesina (FG), Italia.  
antonietta.specchiulli@fg.ismar.cnr.it

## DISTRIBUZIONE DEI NUTRIENTI E DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI NEL GOLFO DI MANFREDONIA – ADRIATICO MERIDIONALE (GIUGNO E SETTEMBRE 2003)

### *NUTRIENT AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETER DISTRIBUTIONS IN THE GULF OF MANFREDONIA – SOUTHERN ADRIATIC SEA (JUNE AND SEPTEMBER 2003)*

#### **Abstract**

*Water column profiles of physico-chemical and biological parameters and surface and bottom nutrient and suspended matter distributions, along 4 transects, were investigated in the Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic Sea) in June and September 2003 to understand water column processes in this area. There was a vertical water column stratification in September 2003 more significative than in June 2003. High nutrients and suspended matter concentrations were recorded in the coastal zone, in both periods and appeared correlated to the freshwater input.*

**Key-words:** *monitoring, physico-chemical parameters, nutrients, Southern Adriatic Sea.*

#### **Introduzione**

Il Golfo di Manfredonia (Adriatico meridionale) è un'area costiera che risente molto, per le sue caratteristiche chimiche ed idrografiche, della morfologia costiera e degli apporti terrestri, ed è parzialmente svincolato dalla circolazione generale dell'Adriatico. Il Golfo risente della Corrente Adriatica Costiera Occidentale diretta verso sud (Artegiani *et al.*, 1996), che trasporta acque con discrete concentrazioni di nutrienti e minore salinità rispetto all'Adriatico meridionale. Tale corrente dà origine, a seconda della intensità, direzione e durata dei venti, a delle circolazioni cicloniche e/o anticicloniche all'interno del golfo. Nell'ambito del progetto di ricerca PITAGEM, finanziato dal MIUR, sono stati eseguiti dei monitoraggi costieri nel Golfo di Manfredonia, per avere maggiori informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche, chimiche, chimico-fisiche e biologiche dell'area. L'assetto ecologico di questa parte dell'Adriatico meridionale è poco documentata, al contrario dell'Adriatico centro-settentrionale in cui lo studio è stato più continuativo. In questo lavoro sono presentati i risultati relativi a nutrienti (ortofosfati, ammonio, nitriti, nitrati e silicati), solidi sospesi e parametri chimico-fisici e biologici (temperatura, salinità, ossigeno disciolto e fluorescenza) di due monitoraggi costieri eseguiti a giugno e settembre 2003 nel Golfo di Manfredonia.

#### **Materiali e metodi**

I due monitoraggi costieri (inizio e fine estate 2003) sono stati svolti in 13 stazioni localizzate lungo 4 transetti (Fig. 1). In ciascuna stazione sono stati misurati temperatura, salinità, ossigeno disciolto e fluorescenza indotta, con una sonda multiparametrica SBE19Plus, e campionata l'acqua di superficie (–1 m) e



di fondo ( $-1$  m), mediante rosetta, per le analisi dei nutrienti (ortofosfati, ammonio, nitriti, nitrati e silicati) e del solido sospeso. I nutrienti ed il solido sospeso sono stati analizzati secondo le metodologie di Strickland and Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1999). Relativamente ai dati CTD, vengono effettuati periodicamente delle intercalibrazioni nell'ambito del progetto oceanografico internazionale ADRICOSM.

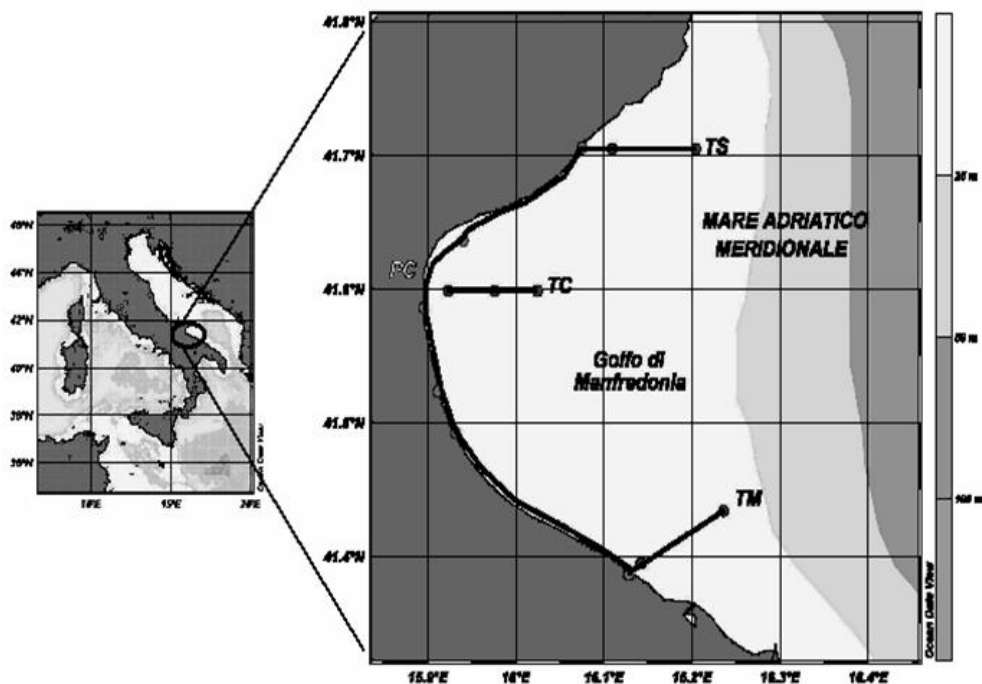


Fig. 1 - Mappa delle stazioni di monitoraggio costiero.

*Coastal monitoring stations map.*

## Risultati

### *Parametri chimico-fisici delle acque*

Lungo il transetto centrale (TC-n. 3 stazioni), di cui si mostra l'elaborazione grafica in Fig. 2, all'inizio dell'estate, si osserva un mescolamento verticale della colonna d'acqua, sia in prossimità della costa che al largo; le acque costiere sono più calde ( $26,2$  °C), meno salate ( $37,9$  psu) e meno ossigenate ( $75\%$ ) delle acque più esterne del transetto, caratterizzate da temperature di  $25,8$  °C, salinità di  $38,3$  psu e saturazioni di ossigeno dell' $87,5\%$ . A fine estate, si osserva una leggera stratificazione delle masse d'acqua. In prossimità della zona costiera, le acque superficiali sono caratterizzate da temperature più alte ( $23,9$  °C) e salinità più bassa ( $38,7$  psu), mentre, nella parte centrale del transetto, si osserva uno strato profondo ( $6-12$  m), caratterizzato da temperature più basse ( $22,9$  °C) e salinità più alta ( $39,1$  psu). La saturazione di ossigeno ha un andamento crescente di valori dalla superficie ( $75,5\%$ ) al fondo ( $95\%$ ), lungo tutto il transetto.



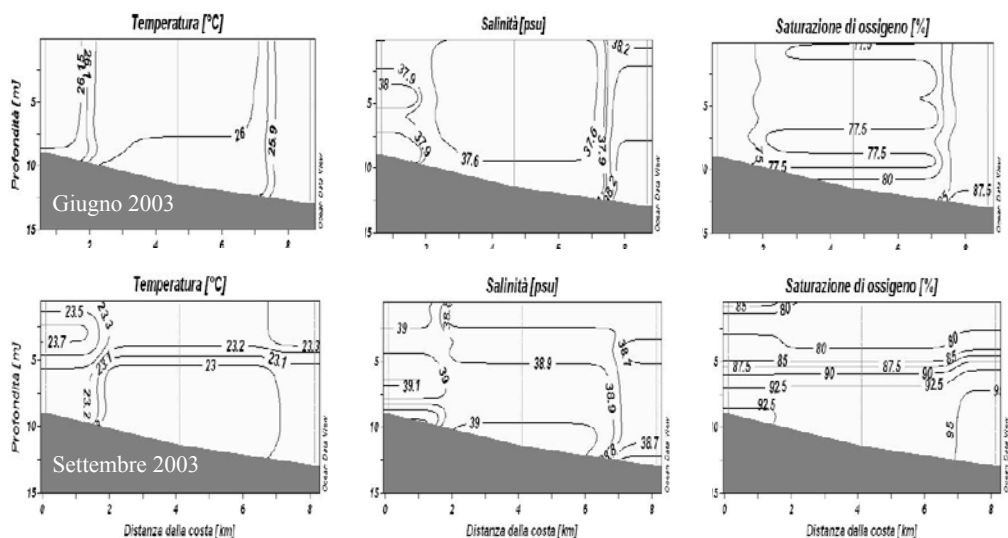


Fig. 2 - Profili di temperatura, salinità e saturazioni di ossigeno relativi al transetto TC, a giugno e settembre 2003.

*Vertical temperature, salinity and oxygen saturation profiles of the transect TC, in June and September 2003.*

Lungo il transetto settentrionale (TS-n. 3 stazioni), all'inizio dell'estate, si osserva, in prossimità della costa, un mescolamento verticale della colonna d'acqua, relativamente alle caratteristiche termoaline, con valori di temperatura di 27 °C, salinità di 36 psu ed una leggera stratificazione, intorno ai 4 m, relativamente all'ossigeno, con saturazioni dell'83% in superficie e dell'80% sul fondo. Al largo, si osserva un mescolamento verticale relativamente alla temperatura (20,5 °C) ed alla saturazione di ossigeno (89,5%) ed una leggera stratificazione alina, con acque superficiali meno salate (39 psu) rispetto a quelle di fondo. A fine estate, si osservano leggere stratificazioni verticali della colonna d'acqua, sia in prossimità della costa che al largo. In prossimità della costa, le acque superficiali sono più calde (22,8 °C), più salate (38,9 psu) e meno ossigenate (80%) rispetto a quelle di fondo, mentre, al largo, la temperatura raggiunge valori di 23,5 °C, negli strati superficiali, i valori di salinità sono omogeneamente distribuiti (38,5 psu) e l'ossigeno raggiunge valori di saturazione del 95% dai 3-4 m fino al fondo.

Anche lungo il transetto meridionale (TM-n.3 stazioni), a giugno 2003, si osserva un mescolamento verticale della colonna d'acqua in prossimità della zona costiera, con temperature di 28,5 °C, salinità di 38,7 psu e saturazioni di ossigeno del 75%, mentre, al largo, si osserva una leggera stratificazione termoalina verticale intorno agli 8m circa, al di sopra dei quali le acque sono caratterizzate da temperature di 26 °C e salinità di 38,2 psu, mentre, in prossimità del fondo, si osservano temperature di 24,5 °C e salinità di 39,2 psu. Relativamente alla saturazione di ossigeno, si osserva una omogeneità di valori (85%) lungo tutta la colonna d'acqua. A settembre 2003, si osserva una leggera stratificazione della colonna d'acqua. I valori di temperatura riscontrati nelle acque superficiali del

transetto sono leggermente più bassi (23,1 °C) di quelli osservati nel resto della colonna d'acqua (23,3 °C in prossimità del fondo della parte centrale del transetto). Relativamente alla salinità, si osservano valori leggermente superiori in superficie (39,1 psu) e più bassi nel resto della colonna d'acqua (38,9 psu). Per quanto riguarda la saturazione di ossigeno, si osserva un graduale aumento dalla superficie (75%) verso il fondo (95%).

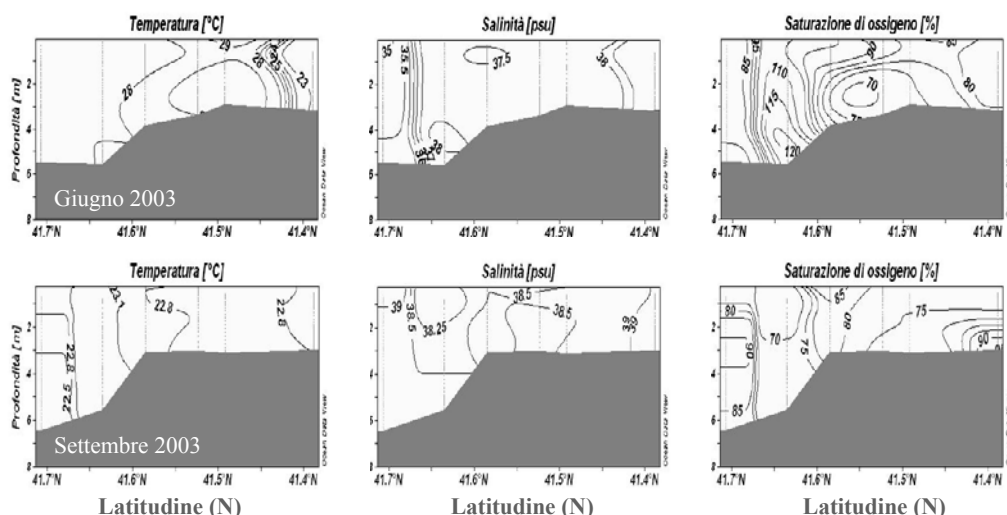


Fig. 3 - Profili di temperature, salinità e saturazioni di ossigeno relativi al transetto PC, a giugno e settembre 2003.

*Vertical temperature, salinity and oxygen saturation profiles of the transect PC, in June and September 2003.*

Le acque del transetto costiero (PC-n. 6 stazioni), di cui si riporta l'elaborazione grafica in Fig. 3, non mostrano stratificazioni verticali, data la poca profondità della colonna d'acqua (variabile tra 3 e 5,5 m). All'inizio dell'estate, sono stati registrati valori uniformi di temperatura (28 °C) lungo tutto il transetto, tranne nella parte sud, in cui si osservano valori più bassi pari a 23 °C; relativamente al contenuto salino, si osservano zone ben distinte caratterizzate da differenti valori di salinità che variano tra 35 e 35,5 psu, nella parte settentrionale del transetto, e 39 psu, nella parte meridionale. I livelli di saturazione di ossigeno sono abbastanza elevati (>100%) nella parte centro-nord, mentre, nella restante parte del transetto, i valori oscillano tra il 70% (centro-sud) e l'80% (sud transetto). A fine estate, si osserva una leggera stratificazione verticale della colonna d'acqua nella parte settentrionale del transetto, con valori di temperatura di 23 °C in superficie e 22,5 °C sul fondo, valori di salinità compresi tra 39 psu, nel primo metro della colonna d'acqua, e 38,5 psu nella restante colonna d'acqua, saturazioni di ossigeno del 75% in superficie che aumentano gradualmente fino ai 4 m (90%), per poi diminuire in prossimità del fondo (85%). Nella parte centrale del transetto si

osservano, lungo tutta la colonna d'acqua, valori omogenei di temperatura (22,8 °C) e di salinità (38,5 psu), mentre, i valori di saturazione di ossigeno oscillano tra il 70% (strati superficiali della parte centro-nord) e l'80%. Nella parte meridionale del transetto, si osserva un mescolamento della colonna d'acqua relativamente alle caratteristiche termo-aline, con temperature di 22,8 °C e salinità di 39 psu, mentre, si osserva una stratificazione verticale relativamente alla saturazione di ossigeno, con saturazioni del 75% in superficie, che aumentano in prossimità del fondo (90%).

### Nutrienti

I risultati ottenuti dalle analisi dei nutrienti sono riportati in Tab. 1. All'inizio dell'estate, dalla distribuzione di DIN ( $\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_2 + \text{N-NO}_3$ ) negli strati superficiali (Fig. 4a), si osservano due zone ben distinte, ricche di sali azotati, localizzate nella parte settentrionale costiera e nella zona centro-meridionale costiera, mentre la zona a sud-est dell'area risulta caratterizzata da bassi valori di DIN. In prossimità del fondo, le maggiori concentrazioni di DIN (Fig. 4a) sono localizzate in prossimità della zona costiera centro-meridionale. A fine estate, dalle distribuzioni di DIN, sia di superficie che di fondo (Fig. 4b), si osserva che le aree in cui sono state riscontrate le maggiori concentrazioni sono localizzate in prossimità della zona costiera centro-meridionale.

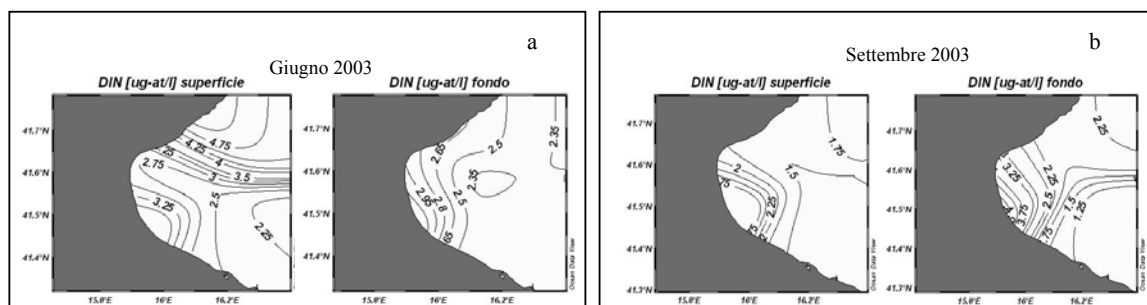


Fig. 4 - Distribuzioni di superficie e di fondo di DIN a giugno e settembre 2003.

*Surface and bottom distributions of DIN in June and September 2003.*

Relativamente alle distribuzioni di  $\text{PO}_4$  (Fig. 5a), all'inizio dell'estate, si osserva che le maggiori concentrazioni del parametro sono localizzate lungo la costa e nell'area sud-est, sia in superficie che sul fondo, mentre le concentrazioni più basse sono localizzate a nord-est dell'area. Anche a fine estate (Fig. 5b) le maggiori concentrazioni del parametro sono state riscontrate in prossimità della costa e, sul fondo, anche nell'area a nord-est.

Dalle analisi effettuate sui silicati, si osserva, all'inizio dell'estate, che le distribuzioni dei valori di superficie e di fondo sono molto simili, con concentrazioni maggiori localizzate nella parte settentrionale dell'area. Anche a fine estate le distribuzioni dei valori di superficie e fondo sono simili, con le concentrazioni maggiori localizzate in prossimità della zona costiera centrale e quelle minori nella zona a nord-est.

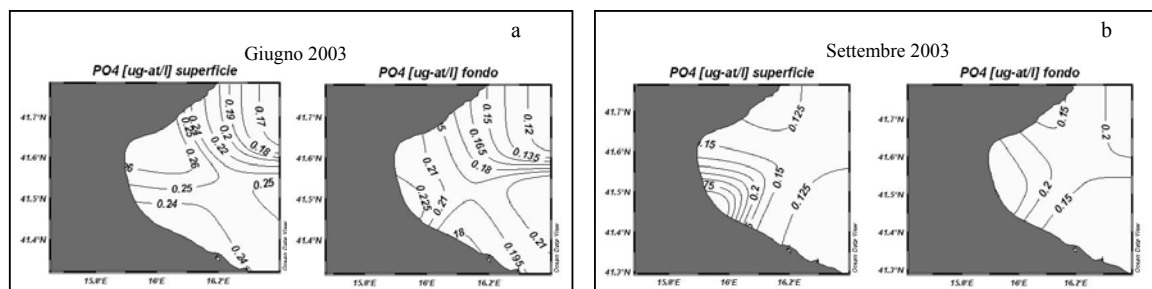


Fig. 5 - Distribuzioni di superficie e di fondo di PO4 a giugno e settembre 2003.

*Surface and bottom distributions of PO4 in June and September 2003.*

### *Fluorescenza e solido sospeso*

All'inizio dell'estate, dai dati di fluorescenza e solido sospeso (Tab. 1), si osserva, in superficie, che le maggiori concentrazioni per entrambi i parametri (0,49  $\mu\text{g/l}$  per la fluorescenza) sono localizzati in prossimità della costa; relativamente alla fluorescenza, si osserva una diminuzione di concentrazioni verso il largo ed una zona di valori più bassi (0,05  $\mu\text{g/l}$ ) localizzata nell'area nord-est del golfo. Sul fondo si osservano, relativamente alla fluorescenza, due zone di concentrazioni maggiori (0,4  $\mu\text{g/l}$ ), localizzate in prossimità della zona costiera settentrionale e meridionale, mentre, per il solido sospeso, le maggiori concentrazioni sono localizzate nell'area a nord-est ed in prossimità della zona costiera centrale.

Tab. 1 - Risultati relativi alle analisi dei nutrienti ottenuti in ogni singolo transetto e nell'intera area di studio, a giugno e settembre 2003.

*Results of nutrient analyses of each transect and of entire study area, in June and September 2003.*

| giu-03              |      |                         |                     |                    | set-03              |      |                         |                     |                    |
|---------------------|------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| <i>transetto TN</i> | DIN  | P-PO <sub>4</sub><br>mM | Si(OH) <sub>4</sub> | Sol. Sosp.<br>mg/l | <i>transetto TN</i> | DIN  | P-PO <sub>4</sub><br>mM | Si(OH) <sub>4</sub> | Sol. Sosp.<br>mg/l |
| n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  | n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  |
| media               | 3.89 | 0.19                    | 2.25                | 11                 | media               | 1.96 | 0.13                    | 2.34                | 27                 |
| dev. st             | 1.73 | 0.08                    | 0.62                | 3.38               | dev. st             | 0.38 | 0.06                    | 0.85                | 3.49               |
| <i>transetto TC</i> |      |                         |                     |                    | <i>transetto TC</i> |      |                         |                     |                    |
| n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  | n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  |
| media               | 1.76 | 0.24                    | 1.03                | 15                 | media               | 1.34 | 0.14                    | 2.07                | 27                 |
| dev. st             | 0.11 | 0.05                    | 0.64                | 4.42               | dev. st             | 0.49 | 0.09                    | 0.57                | 5.53               |
| <i>transetto TM</i> |      |                         |                     |                    | <i>transetto TM</i> |      |                         |                     |                    |
| n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  | n. oss.             | 6    | 6                       | 6                   | 6                  |
| media               | 2.45 | 0.21                    | 1.63                | 12                 | media               | 1.32 | 0.13                    | 1.94                | 19                 |
| dev. st             | 0.64 | 0.04                    | 0.70                | 1.31               | dev. st             | 0.42 | 0.04                    | 0.80                | 2.34               |
| <i>transetto PC</i> |      |                         |                     |                    | <i>transetto PC</i> |      |                         |                     |                    |
| n. oss.             | 12   | 12                      | 12                  | 12                 | n. oss.             | 12   | 12                      | 12                  | 12                 |
| media               | 3.81 | 0.23                    | 1.52                | 13                 | media               | 3.46 | 0.25                    | 3.6                 | 30                 |
| dev. st             | 0.8  | 0.03                    | 0.76                | 3.58               | dev. st             | 2.55 | 0.16                    | 1.22                | 6.33               |
| <i>Oss. tot.</i>    |      |                         |                     |                    | <i>Oss. tot.</i>    |      |                         |                     |                    |
| media               | 3.08 | 0.22                    | 1.56                | 13                 | media               | 2.33 | 0.19                    | 2.76                | 27                 |
| dev.st              | 1.35 | 0.05                    | 0.8                 | 3.72               | dev.st              | 1.98 | 0.13                    | 1.22                | 6.47               |

A fine estate, le distribuzioni dei valori di fluorescenza e del solido sospeso sono simili, con le concentrazioni maggiori (superiori di poco a 1  $\mu\text{g/l}$  per la fluorescenza) localizzate in prossimità della zona costiera centrale, mentre la zona di concentrazioni più basse (0,2  $\mu\text{g/l}$ ) è stata riscontrata a sud-est del golfo. In prossimità del fondo, si osservano distribuzioni di valori, per entrambi i parametri, simili a quelle superficiali.

Le concentrazioni del solido sospeso mostrano distribuzioni simili a quelle della fluorescenza, in entrambi i periodi di misura; ciò indica un elevato contributo della componente fitoplanctonica al solido sospeso.

## Conclusioni

All'inizio dell'estate, non si osservano stratificazioni della colonna d'acqua, tranne nell'area a sud-est, caratterizzata da acque di fondo leggermente più salate e più fredde di quelle superficiali. Si osserva, inoltre, un fronte (soprattutto nella zona settentrionale del golfo), che separa le acque costiere più calde, meno salate e con maggiori concentrazioni di DIN, silicati, solido sospeso e fluorescenza da quelle più esterne. Le elevate concentrazioni di nutrienti, solido sospeso e fluorescenza in prossimità della costa mostrano una distribuzione strettamente correlata agli apporti di acque continentali, mentre, nella zona a nord-ovest del golfo, è presente la corrente adriatica costiera occidentale (Artegiani *et al.*, 1996), che trasporta acque meno salate e più ricche nel contenuto dei nutrienti, rispetto alle acque dell'Adriatico meridionale.

Leggere stratificazioni delle masse d'acqua si osservano, invece, a fine estate, soprattutto nella parte esterna del golfo. Non si osservano differenze sostanziali tra le acque costiere e quelle esterne (almeno per quanto riguarda i parametri chimico-fisici). Questo, molto probabilmente è dovuto al rimescolamento delle masse d'acqua in seguito alle circolazioni cicloniche e/o anticicloniche presenti all'interno del golfo. Le concentrazioni medie di DIN e  $\text{PO}_4$  sono diminuite rispetto a giugno 2003, ma le maggiori concentrazioni di nutrienti, solido sospeso e fluorescenza sono state riscontrate sempre in prossimità della costa.

## Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare i Sig.ri G. Casolino e P. Schiavone per l'apporto tecnico dato durante la realizzazione dei monitoraggi costieri.

## Bibliografia

- ARTEGIANI A., BREGANT D., PASCHINI E., PINARDI N., RAICICH F., RUSSO A. (1996) – The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air-Sea interactions and water mass structure. *Journal of Physical Oceanography*, **27**: 1492-1514.
- GRASSHOFF K., KREMLING K., EHRHARDT M. (1999) - Methods of Seawater Analysis. 2<sup>nd</sup> ed. Verlag Chemie, Weinheim.
- STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) – A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries research board of Canada, Ottawa*, II, 14, II, **5**: 137.

A. VOLPI GHIRARDINI, A. ARIZZI NOVELLI, C. LOSSO, E. HIS\*

Dip. di Scienze Ambientali, Università Cà Foscari, Campo della Celestia, 2737/b - 30122 Venezia, Italia.

\*IFREMER DEL/PC, Quai du Commandant Silhouette - 33120 Arcachon, France.

## SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITÀ CON *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* PER GLI AMBIENTI DI TRANSIZIONE

### *EMBRYOTOXICITY TEST WITH MYTILUS GALLOPROVINCIALIS FOR TRANSITIONAL ENVIRONMENTS*

#### **Abstract**

*The possibility to use adult of Mytilus galloprovincialis from the lagoon of Venice to obtain good quality gametes to perform embryotoxicity tests was investigated. Natural and hatchery populations were compared during a reproductive cycle. The experiments using a reference toxicant (copper) allowed to evidence good replicability, repeatability (using natural population) and intralaboratory reproducibility; the use of the natural population resulted more reliable. The preliminary evaluation of test applicability to elutriates from lagoonal sediments, evidenced that the method discriminated between sediments at different kind and level of contamination, demonstrating a subchronic toxicity in most investigated sites.*

**Key-words:** bivalves, copper, reproducibility, elutriate, Venice lagoon.

#### **Introduzione**

I saggi di embriotossicità che utilizzano i primi stadi vitali dei bivalvi sono riconosciuti e ampiamente diffusi a livello internazionale (ICES, 2003); in Italia, nonostante la necessità di metodi affidabili per il monitoraggio degli ambienti marino-costieri (Water Framework Directive 2000/60/EC, D.lgs 152/99 e D.lgs 258/00), questi test non sono ancora stati impiegati. Molti bivalvi di interesse commerciale, in particolare *Crassostrea* spp. e *Mytilus* spp., rispondono ai principali requisiti che un indicatore deve avere per essere utilizzato nelle attività di monitoraggio quali ampia diffusione, rilevanza ecologica, facilità di reperimento, sensibilità, disponibilità gameti, test di breve durata (Thain, 1991). Essi, inoltre, sono organismi tipicamente eurieci con alta tolleranza alle fluttuazioni ambientali e perciò meglio sfruttabili per studi sulla valutazione della qualità dell'ambiente rispetto agli organismi stenoeici con bassa tolleranza (His *et al.*, 1999).

In questo lavoro è stata valutata la possibilità di utilizzare individui adulti di popolazioni di *Mytilus galloprovincialis* Lamarck della Laguna di Venezia per ottenere gameti con cui eseguire un saggio di embriotossicità sulla base dei protocolli standard internazionali. Al fine di validare la metodica per la Laguna, è stato intrapreso un percorso iterativo, che ha incluso una valutazione preliminare della riproducibilità, della sensibilità e della capacità discriminante verso sostanze pure e campioni ambientali.

Una prima indagine sperimentale condotta usando una sostanza tossica di riferimento (rame) ha permesso di valutare la replicabilità, la ripetibilità e la riproducibilità intralaboratorio del metodo, confrontando per un'intera stagione riproduttiva (Da Ross *et al.*, 1985) i risultati forniti da una popolazione naturale e da una di allevamento. È stato condotto inoltre un test con mitili provenienti da una popolazione naturale marina per avere un raffronto con la popolazione lagunare.

Una seconda indagine sperimentale ha consentito la valutazione dell'applicabilità della metodica ad una matrice complessa (elutriato) ottenuta da sedimenti a diverso

livello di contaminazione della Laguna di Venezia; tale matrice di saggio è rappresentativa di un possibile impatto dei contaminanti dei sedimenti sulla colonna d'acqua in seguito ad eventi risospensivi.

## Materiali e metodi

I saggi sono stati condotti secondo il metodo standard proposto da His *et al.* (1997), che costituisce una semplificazione del metodo standard US EPA (1995). Gli esemplari di *M. galloprovincialis* sono stati prelevati con scadenze mensili da ottobre 2002 a maggio 2003 in due siti, uno naturale e l'altro di allevamento, ubicati in prossimità della bocca di porto di Malamocco, nella Laguna di Venezia. Per confrontare le popolazioni lagunari con quelle marine, è stato inoltre condotto un prelievo di esemplari nel mar Adriatico al largo della bocca di Lido. Gli adulti sono stati indotti all'emissione dei gameti tramite stimolazione termica (cicli di temperatura di 18 °C e 28 °C). Sono stati uniti i gameti di almeno 3 maschi e 3 femmine. Le sospensioni di gameti sono state filtrate (a 100 µm le uova, a 32 µm gli spermatozoi) per eliminare eventuali impurità. È stata fatta avvenire la fecondazione (inoculando 10 mL di sperma in 1000 mL di uova); il successo di fecondazione, che deve essere vicino a valori del 100%, è stato verificato al microscopio, controllando la presenza della membrana di fecondazione e il numero di spermatozoi (10-20) intorno ad ogni cellula uovo (His *et al.*, 1997). La densità delle uova fecondate è stata quindi calcolata attraverso il conteggio di quattro subaliquote di campione a volume noto.

Le uova fecondate sono state quindi inoculate nelle soluzioni test, in modo da ottenere una densità di 10-20 uova/mL. Il tempo di esposizione è stato di 48 h a 18 °C. Il test è stato fissato con l'aggiunta di formalina tamponata. La lettura del test ha previsto il conteggio di 100 larve, con la distinzione tra larve normali (D-shape) e anomalie (larve anormali e stadi che non hanno raggiunto la D-shape).

Le soluzioni di rame sono state preparate partendo da una soluzione standard concentrata per spettroscopia atomica (1000 mg/L) costituita da rame nitrato in acido nitrico 0.5 M della Baker (Deventer, Holland). Gli elutriati, provenienti da sedimenti di 20 cm di profondità, sono stati ottenuti tramite agitazione con Jar test per 24 h, successiva decantazione (1 h) e centrifugazione del surnatante a 9000 rpm (Volpi Ghirardini *et al.*, 2003). I test con gli elutriati sono stati eseguiti con la sola popolazione naturale nei mesi da gennaio a marzo 2003. Tutti i saggi hanno previsto 3 repliche di ogni concentrazione di soluzione test. Il volume finale di ogni camera test è stato di 3 mL. Il controllo negativo è stato condotto sulla sola acqua di diluizione costituita da acqua marina artificiale (ASTM, 1998); l'accettabilità dei risultati è fissata per percentuali di larve normali >80% (His *et al.*, 1999).

I risultati sono stati espressi come valori di EC50, con limiti di confidenza del 95%, calcolati secondo il metodo statistico Trimmed Spearman-Kärber (Hamilton *et al.*, 1978). Le risposte di ogni trattamento sono state corrette in base all'effetto registrato nei controlli negativi, applicando la formula di Abbott (Finney, 1971).

### Stazioni di campionamento dei sedimenti

Gli elutriati sono stati ottenuti da campioni di sedimento provenienti da stazioni lagunari (Fig. 2) ripetutamente indagate nel periodo 1998-2003, con almeno



due campagne di campionamento, una estiva ed una invernale. I siti sono stati scelti a differente tipologia e grado di contaminazione (Volpi Ghirardini *et al.*, 2003). Due siti sono tipicamente estuarini (DE=Dese, OS=Osellino) e fortemente influenzati dagli inquinanti provenienti dall'entroterra. Tre siti sono stati selezionati all'interno dell'area industriale di Porto Marghera (BR=Canale Industriale Brentelle, SA=Canale Industriale Sud; BA=Canale Brentella) e uno (TR=Tresse) di fronte alla stessa zona industriale. Due siti (SG=San Giuliano; CEL=Celestia) sono stati scelti in aree soggette ad inquinamento misto urbano e industriale. Come potenziali siti di riferimento sono stati individuati, sulla base delle informazioni chimiche esistenti e della loro ubicazione lontana da possibili sorgenti di inquinamento, tre siti (OT=Ottagono, SE=S. Erasmo e SN=S. Nicolò), posizionati il primo vicino alla bocca di porto di Malamocco e gli altri alla bocca di porto di Lido, e due siti della laguna nord, il primo (CEa) intertidale e il secondo (CEb) subtidale, situati nella palude della Centrega.

## Risultati

La buona replicabilità del test è evidenziata da un primo esperimento (novem-

Tab. 1 - Valori di EC50 in  $\mu\text{g/L}$  ottenuti nelle singole repliche, valori medi di EC50 e deviazione standard (sd) relativi all'esperimento condotto con la popolazione naturale suddivisa in due lotti di organismi indipendenti (A e B).

*EC50 values in  $\mu\text{g/L}$  for each replicate, EC50 mean values and standard deviation (sd) concerning the experiment with natural population divided into two independent batches (A and B).*

|         | 1° replica       | 2° replica       | 3° replica       | media            | sd  |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|
| Lotto A | 11.4 (10.9-11.9) | 12.0 (11.6-12.5) | 13.0 (12.7-13.3) | 12.3 (11.8-12.8) | 0.8 |
| Lotto B | 12.3             | 10.5 (9.9-11.1)  | 10.4 (9.9-11.0)  | 12.5 (12.3-12.8) | 1.1 |

bre 2002), condotto con la popolazione naturale, dividendo gli individui in due lotti indipendenti (A e B) (Tab. 1).

I dati ottenuti con le 3 differenti popolazioni (naturale, di allevamento e marina) con i 14 lotti di organismi per l'intero periodo riproduttivo sono stati riportati su una carta di controllo (Fig. 1). Il valore medio di  $\text{EC50} \pm \text{deviazione standard (sd)}$  è di  $17.8 \pm 4.7 \mu\text{g/l}$  ( $\text{CV}=27\%$ ,  $n=14$ ). Come valutazione preliminare, il test di embriotossicità con le popolazioni autoctone di mitilo mostra una riproducibilità intralaboratorio accettabile. Dai dati è possibile calcolare un primo range di accettabilità (2sd dal valore medio di EC50), compreso tra i valori di 8.3 e 27.2  $\mu\text{g/l}$  (linee più esterne in Fig. 1). Considerando solo il periodo riproduttivo centrale, dove la sensibilità dei gameti sembrerebbe essere meno variabile, l' $\text{EC50}_{\text{media}} \pm \text{sd}$  è pari a  $19 \pm 2$  ( $\text{CV}=12\%$ ,  $n=10$ ) e il range si restringe tra 14 e 23  $\mu\text{g/l}$ . Delle due popolazioni lagunari, quella naturale è risultata comunque la più affidabile in quanto tutti i test condotti risultavano accettabili con una buona ripetibilità del metodo ( $\text{EC50} \pm \text{sd}$  di  $18.1 \pm 5.5 \mu\text{g/l}$ ,  $\text{CV}=31\%$ ,  $n=10$ ); nel caso



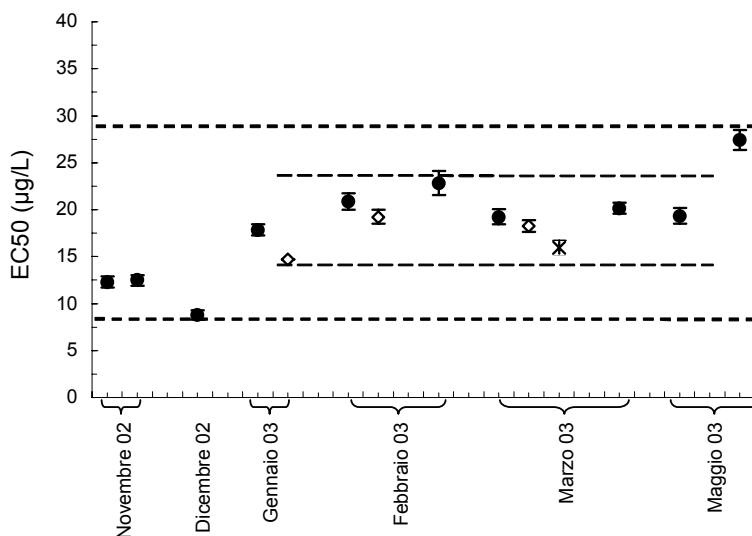


Fig. 1 - Carta di controllo del test di embriotossicità con *Mytilus galloprovincialis* in cui sono evidenziati i dati di EC50 ottenuti per il rame durante un'intera stagione riproduttiva con una popolazione lagunare naturale (in nero), una di allevamento (in bianco) e un controllo in mare (asterisco). Nei periodi 24/02/03, 31/03/03, 05/05/03 e 18/05/03 la popolazione di allevamento non ha dato gameti di qualità da poter permettere lo sviluppo normale delle larve nei controlli negativi.

*Control card of embryotoxicity test with Mytilus galloprovincialis evidencing EC50 values for copper during the reproductive period, using a lagoonal natural population (in black), a lagoonal hatchery population (in white) and a marine population (asterics). In 24/02/03, 31/03/03, 05/05/03 e 18/05/03 hatchery population did not permit the developing of normal larvae in negative control.*

della popolazione di allevamento i controlli non risultavano essere accettabili in più del 50% degli esperimenti.

I risultati dell'applicazione del test agli elutriati sono stati ordinati per tossicità crescente (Fig. 2): i campioni poco tossici sono stati riportati nel grafico più in alto, dove la tossicità può essere espressa solo come percentuale di effetto; per quelli più tossici è stato possibile invece ricavare l'UT50 (100/EC50). Ogni campione è stato descritto dalla sigla della stazione seguita da una "w" (winter) o una "s" (summer), che indicano rispettivamente la campagna invernale ed estiva, e dall'anno di campionamento. Cinque campioni mostrano una tossicità inferiore al 5% di effetto (TR-w01, CEL-w03, SA-w99, CEb-s98, SN-w03). Un gruppo di campioni (CEL-s01, OT-w01, SG-w01) mostra un effetto tra il 20% e il 30%; il campione SA-s98, da sedimenti posti di fronte all'area industriale, mostra una percentuale di effetto del 44%. I campioni più tossici, con UT50 che va da 1 a 5.8, sono quelli della zona estuarina (DE-s98, DE-w99; OS-s98, OS-w99), industriale (BR-s98, BR-w99; TR-s00, TR-w03), a inquinamento misto (SG-s00) ma anche da potenziali (secondo la caratterizzazione chimica) siti di riferimento, come CE (CEb-w99, CEa-s98, CEa-w99), OT (OT-s00) e SE (SE-s01). Il campione più

tossico è risultato quello del canale industriale Brentella (BA-s01), con un valore di UT50 di 67. I dati evidenziano una tossicità rilevante nella maggior parte dei campioni testati, confermando che il test è in grado di discriminare tra sedimenti a diversa contaminazione.

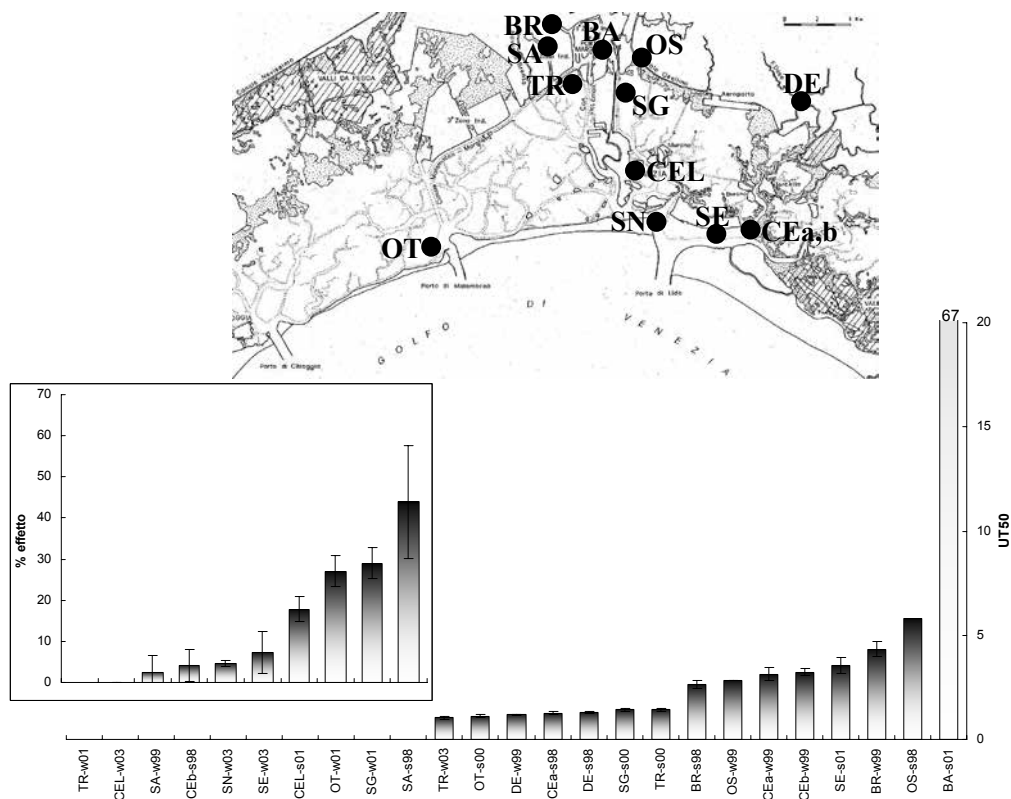


Fig. 2 - Risultati del test di embriotossicità per gli elutriati: nel grafico in alto i dati sono espressi come percentuale di effetto per i campioni meno tossici; il gruppo di dati in basso si riferisce ai campioni più tossici per i quali è calcolabile il dato di UT50. Ogni campione è descritto dalla sigla della stazione seguita da una "w"(winter) o una "s"(summer), che indicano rispettivamente la campagna invernale ed estiva, e dall'anno di campionamento.

*Embryotoxicity results for elutriates: in the upper graph data are expressed as Percentage of Effect for the less toxic samples; the graph below ranks most toxic samples for which Toxic Units (UT50) are calculable. Each sample is labeled with site initials followed by "w" for winter sampling and "s" for summer sampling and by sampling year.*

## Conclusioni

Il presente lavoro ha messo in evidenza la possibilità di utilizzare popolazioni lagunari di *Mytilus galloprovincialis* per saggi di embriotossicità. Il test ha evidenziato una buona replicabilità, ripetibilità (con la popolazione naturale) e riproducibilità intralaboratorio nell'intera stagione riproduttiva. Per la miglior qualità dei gameti, la popolazione lagunare naturale è da preferirsi rispetto a quella lagunare di allevamento. Il confronto fatto con la popolazione marina non evidenzia differenze nella sensibilità dei gameti. L'applicazione del test agli elutriati ha evidenziato che il metodo è in grado di discriminare tra sedimenti a differente livello e tipologia di contaminazione, mostrando peraltro una tossicità in buona parte dei campioni testati (tossicità sub-cronica), compresi alcuni provenienti da siti considerati potenziali siti di riferimento su base di una caratterizzazione chimica.

## Bibliografia

- ASTM (1998) - Standard guide for conducting static acute toxicity tests starting with embryos of four species of saltwater bivalve molluscs. E 724-98: 21 pp.
- DA ROS L., BRESSAN M., MARIN M.G. (1985) - Reproductive cycle of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in Venice lagoon (North Adriatic). *Bol. Zool.*, **52**: 223-229.
- FINNEY D.J. (1971) - *Probit analysis*. Cambridge University Press, London, UK.
- HAMILTON M.A., RUSSO R.C., THURSTON R.V. (1978) - Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Sci. Technol.*, **12**: 714-720.
- HIS E., SEAMAN R.N.L., BEIRAS R. (1997) - A simplified bivalve larval bioassay method for seawater quality assessment. *Water Research*, **31**: 351-355.
- HIS E., BEIRAS R., SEAMAN M. (1999) - The assessment of aquatic contamination: bioassays with bivalve larvae. *Advances in Marine Biology*, **37**: 1-178.
- ICES (2003) - Report of the ICES Advisory Committee on the Marine Environment, 2003. *ICES Cooperative Research Report*, **263**: 227 pp.
- LOSSO C. (2004) - Valutazione dell'applicabilità all'ambiente lagunare e validazione di saggi tossicologici che utilizzano specie autoctone. Tesi di dottorato, Dip. Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari di Venezia.
- THAIN J.E. (1991) - Biological effects of contaminants: oyster (*Crassostrea gigas*) embryo bioassay. *Techniques in Marine Environmental Sciences, ICES*, **11**: 1-12.
- US EPA (1995) - Short-Term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to West Coast Marine and Estuarine Organisms. EPA/600/R-95/136, Cincinnati, Ohio, U.S.
- VOLPI GHIRARDINI A., ARIZZI NOVELLI A., LOSSO C., GHETTI P.F. (2003) - Sea urchin toxicity bioassays for sediment quality assessment in the Lagoon of Venice (Italy). *Chemistry and Ecology*, **19** (2-3): 99-111.

Il presente lavoro è stato in parte finanziato dal Consorzio Ricerche Laguna (Co.Ri.La.) di Venezia.