

INDICE GENERALE

Tema 1 - Potenzialità del plancton nell'economia del mare

Relazione Introduttiva

MALEJ A., KOGOVŠEK T., UYE S.-I. - Medusae - pest or resource for humans?.....	2

Comunicazioni

CATALETTO B., CABRINI M., DE VITTOR C., DE OLAZABAL A., FABBRO C., FORNASARO D., LIPIZER M., MONTI M. - Il plancton come supporto alla valutazione dell'impatto ambientale di un relitto di traghetto bruciato in un'area portuale: un approccio interdisciplinare....	10
DEL NEGRO P., MONTI M., BERAN A., DE VITTOR C., CELUSSI M., LIBRALATO S., COSSARINI G., SOLIDORO C. - L'inesauribile disponibilità di plancton per la mitilicoltura del Golfo di Trieste	14
FRANCAVILLA M., FRANCHI M., MONTELEONE M., CAROPPO C. - Microalgae biorefinery approach: results and perspectives for <i>Dunaliella tertiolecta</i> Butcher, 1959.....	17

Tema 2 - Specie aliene: casi di studio

Relazione Introduttiva

OCCHIPINTI AMBROGI A. - Una breve storia del Gruppo Specie Alloctone della Società Italiana di Biologia Marina.....	22

Interventi Programmati

FROGLIA C., MARCHINI A. - Considerazioni sulla diffusione di crostacei decapodi alieni nei mari italiani	34
ORSI RELINI L. - Alien fish in the Mediterranean: remarks suggested by the CIESM Atlas of exotic species update 2013	37
PENNA A. - Potential allochthonous microalgae in the Mediterranean Sea: a contribution addressing to this statement.....	52
SARÀ G., MONTALTO V. - I tratti funzionali delle specie e la nicchia ecologica per predire le invasioni biologiche marine in un contesto di <i>global climate warming</i>	57
SFRISO A., MARCHINI A. - Updating of non-indigenous macroalgae in the Italian coasts: new introductions and cryptic species.....	60

Comunicazioni

ARMELI MINICANTE S., GENOVESE G., MORABITO M. - Two new alien macroalgae identified by the DNA barcoding	70

CACCIN A., ANELLI MONTI M., LIBRALATO S., PRANOVI F. - Specie aliene termofile e funzionamento dell'ecosistema: il caso di studio dell'Alto Adriatico	73
CECERE E., PORTACCI G., PETROCELLI A. - Finding of the <i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i> (Chlorophyta, Bryopsidales) alien seaweed in the Miseno Lake transitional water system (southern Italy): an update of its distribution in Italy and in the Mediterranean Sea.....	77
CHIESA S., LUCENTINI L., FREITAS R., NONNIS MARZANO F., FIGUEIRA E., MINELLO F., BREDI S., ARGESE E. - Genetic variability of Manila clam <i>Venerupis philippinarum</i> and its hybridization with native clam <i>Venerupis decussata</i>	81
FELLINE S., CARBONE M., CARICATO R., CUTIGNANO A., D'ANIELLO B., D'ERRICO G., FERRAMOSCA A., GIULIANI M.E., GORBI S., GRAUSO L., LIONETTO M.G., MAGLIOZZI L., MOLLO E., PITTURA L., POLESE G., REGOLI F., ZARA V., TERLIZZI A. - <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> and <i>Diplodus sargus</i> : a model for an integrated study of invasive pest metabolites impact on Mediterranean coastal marine systems.....	85
GIANGRANDE A., GAMBI M.C. - Policheti alloctoni in Mediterraneo: stato dell'arte e possibili impatti.....	89
GIANGRANDE A., LICCIANO M., LEZZI M., PIERRI C., CARUSO L.P.G., STABILI L. - Allochthonous <i>Branchiomma</i> species (Anellida, Sabellidae) in the Mediterranean Sea. A case of study in the Mar Grande of Taranto	93
LEZZI M., MASTROTOTARO F., CHIMIENTI G., PIERRI C., CARDONE F., GIANGRANDE A. - Dati preliminari sul contributo delle specie aliene nella successione del fouling nel Mar Grande di Taranto.....	97
OPRANDI A., MONTEFALCONE M., FERRARI M., MORRI C., BIANCHI C.N. - Invasione della specie aliena <i>Caulerpa racemosa</i> e cambiamento di fase nella prateria di <i>Posidonia oceanica</i> di Bergeggi	101
 <i>Poster</i>	
AZZURRO E., BEN SOUSSI J., BOUGHEDIR W., CASTRIOTA L., DEIDUN A., FALAUTANO M., GHANEM R., ZAMMIT-MANGION M., ANDALORO F. - The Sicily Strait: a transnational observatory for monitoring the advance of non indigenous species	105
BERNARDI G., CARONNI S., DELARIA M.A., NAVONE A., OCCHIPINTI AMBROGI A., PANZALIS P., SECHI N., CECCHERELLI G. - Invasione di <i>Caulerpa racemosa</i> al margine di <i>Posidonia oceanica</i> : lo sviluppo della macroalga può essere maggiore dove la prateria è ben conservata?	107

BERTOLINO M., LONGO C., MARRA M.V., CORRIERO G., PANSINI M. - <i>Paraleucilla magna</i> Klautau <i>et al.</i> , 2004 (Porifera, Calcarea), specie aliena in continua espansione nel Mar Mediterraneo ..	109
BLASI F., DELARIA M.A. - Caratterizzazione della colonia di <i>Caulerpa racemosa</i> nella <i>piscina vivarium</i> romana di Punta della Vipera (S. Marinella, Roma)	111
CILENTI L., SCIROCCO T., MANZO C. - Il granchio di fango <i>Dyspanopeus sayi</i> (Smith, 1869) è un visitatore temporaneo della laguna di Varano?	113
FANELLI E., AZZURRO E., BATTAGLIA P., ROMEO T., BARICHE M., MAYNOU F., ANDALORO F. - Preliminary data on the isotopic composition of native and Lessepsian pelagic species.....	115
FERRARIO J., MARCHINI A., LODOLA A., OCCHIPINTI AMBROGI A. - The pseudoindigenous bryozoan <i>Zoobotryon verticillatum</i> along the Mediterranean and European Atlantic coasts.....	117
GIACOBBE M.G., COSTA A., GANGEMI E., PENNA A., CASABIANCA S., BORZÌ S., RICCARDI E., MILANDRI A. - Occurrence and toxicity of the PSP-Dinoflagellate <i>Alexandrium catenella</i> in an Ionian bay of Sicily	119
GUERRIERO G., TROCCHIA S., RABBITO D., PETRELLA M., GALLO A., MADONNA A., CIARCIA G. - Barcoding di alcuni pesci del Tirreno centrale (Golfo di Gaeta)	121
MULAS A., BELLODI A., CAU AL., MARONGIU M.F., VITTORI S., FOLLESA M.C., CAU A. - An updated review of Mediterranean non-native fish species from Sardinian seas (central-western Mediterranean).	123
PIAZZI L., GENNARO P., CECCHERELLI G. - Il ruolo di stress antropici nel favorire l'invasione di <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> ..	125
STABILI L., RIZZO L., ALIFANO P., FRASCHETTI S. - Diversità funzionale della comunità batterica associata all'alga invasiva <i>Caulerpa racemosa</i>	127

Tema 3 - Livelli di diversità del benthos marino in relazione alle pressioni antropiche

Relazione Introduttiva

FRASCHETTI S. - Interpreting changes in the marine environment: the missing ingredient.....	130

Comunicazioni

BAVESTRELLO G., BO M., SANDULLI R., CANESE S., CATTANEO-VIETTI R. - Popolazioni di corallo rosso e pressioni antropiche sulle secche del Golfo di Napoli	134
BEVILACQUA S., TERLIZZI A. - Taxonomy and species surrogacy in the estimation of α -, β - and γ -diversity: a short review on new approaches	138

BO M., BAVA S., CANESE S., ANGIOLILLO M., CATTANEO-VIETTI R., BETTI F., CAU A., BAVESTRELLO G. - L'impatto della pesca sulle biocenosi profonde di substrato duro dei mari italiani.....	142
BUOSI A., FACCA C., SFRISO A. - Trophic state and ecological status assessment by the application of the CARLIT index in the Northern Adriatic Sea	146
COLLA S., PRANOVI F. - Analisi comparativa di indicatori di diversità applicati alla comunità macrobentonica della laguna di Venezia.....	150
COSSU A., DE LUCA M. - Distribuzione di <i>Patella ferruginea</i> Gmelin, 1791 nelle "no entry-zone" e nelle zone di fruizione parziale dell'AMP dell'Isola dell'Asinara	154
DE LEO F., BELLUSCIO A., COLLOCA F., D'AMBROSIO P., GIANNOULAKI M., MARTIN C.S., PAPADOPOULOU K.-N., SCARDI M., SPEDICATO M.T., FRASCHETTI S. - Setting conservation priorities for the conservation of critical habitats in the Mediterranean Sea using conservation planning tools.....	159
FARELLA G., GUARNIERI G., FRASCHETTI S. - The effects of multiple stressors on coralligenous assemblages	163
FOTI A., GRAVINA M.F., MAGNI P. - Applicazione del concetto di saprobicità ad un ambiente di transizione: la Laguna di Cabras (Sardegna occidentale)	167
ROGELJA M., NASI F., CIBIC T., AURIEMMA R., PRATO E., DEL NEGRO P. - Response of two benthic communities (microphyto- and macrozoobenthos) to synergistic effect of contaminants in the Mar Piccolo of Taranto.....	171
SIGOVINI M., KEPPEL E., TAGLIAPIETRA D. - <i>Lex parsimoniae</i> e indici di qualità ecologica: il caso M-AMBI	175
TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., KEPPEL E., MAGNI P. - La saprobicità quale fattore strutturante per la diversità del benthos negli ecosistemi costieri di transizione: un nuovo approccio	178
TARGUSI M., LA PORTA B., BACCI T., BERTASI F., GROSSI L., LA VALLE P., LATTANZI L., LOIA M., MARUSSO V., NICOLETTI L., TOMASSETTI P., TRABUCCO B., VANI D. - Benthic assemblage responses to different kinds of anthropogenic pressures: three study cases (Western Mediterranean Sea).....	182
<i>Poster</i>	
CIANCIMINO V., MILAZZO M., CHEMELLO R. - Effects of human harvesting on <i>Patella ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791 populations.....	186
MUNARI C., MISTRI M. - Effetto della pesca con idrorasca a differenti pressioni di esercizio sulla comunità macrobentonica della Sacca di Goro	188

Tema 4 - Zone rifugio e possibile resilienza di alcuni stock demersali mediterranei

Relazione Introduttiva

- CADDY J.F. - The advantages offered by Mediterranean shelf habitats for the conservation of demersal resources using the refugium concept.. 192

Comunicazioni

- SCARCELLA G., GRATI F., POLIDORI P., LEONI S., PELLINI G., PUNZO E., BRUNETTI B., RAICEVICH S., GIOVANARDI O., FORTIBUONI T., RUSSO T., DESPALATOVIĆ M., CVITKOVIĆ I., FABI G. - Zone rifugio per la sogliola in Adriatico centro-settentrionale: ossimoro o caso di studio?..... 209

Poster

- CARLUCCIO A., CAPEZZUTO F., LIONETTI A., RICCI P., D'ONGHIA G. - Refuge areas of *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) in the Central Mediterranean Sea: Santa Maria di Leuca cold-water coral province and Bari Canyon..... 214

Poster del Comitato Acquacoltura

- FABBROCINI A., SABA S., PINNA M.G., MAURIZIO D., D'ADAMO R., PAIS A. - Sperm motility activation of the grooved carpet shell *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) from an euryhaline lagoon of northern Sardinia 218
- MARICCHIOLO G., GAI F., ABBATE F., CARUSO G., CASELLA G., DE PASQUALE F., GASCO L., GUERRERA M.C., PEDÀ C., PERDICHIZZI A., GENOVESE L. - Valutazione preliminare degli effetti di una dieta arricchita con lievito (*Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*) nella spigola, *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) 220
- PADIGLIA A., LEDDA F.D., CADEDDU B., MELIS P., MANCONI R. - Maricoltura di *Crambe crambe* (Schmidt, 1862) nel Mar di Sardegna..... 222
- SFRISO A.A., ARGESE E. - Effects of clam seed harvesting on *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) populations in the lagoon of Venice 224

Poster del Comitato Benthos

- ALESSI C., CHEMELLO R., DOMINA I., MILAZZO M. - Biodiversità associata ai reef a vermeti: effetti dell'acidificazione sulla malacofauna.. 226
- CADEDDU B., LEDDA F.D., PADIGLIA A., MANCONI R. - Biodiversity of Capo Caccia-Isola Piana MPA: faunistic update on Porifera..... 228

CAVRARO F., GIUST S., FIORIN R., ZUCCHETTA M., FRANZOI P. - Effetto della densità sulla condizione di tre specie di decapodi natanti nella laguna di Venezia	230
CHIMIENTI G., PANETTA P., LIONETTI A., RICCI P., CARLUCCI R., MASTROTOTARO F. - Aggiornamenti della malacofauna costiera del Medio e Basso Adriatico	232
DONNARUMMA L., TERRADAS M., APPOLLONI L., DI STEFANO F., SÁNCHEZ-LIZASO J.L., SANDULLI R., RUSSO G.F. - Associated benthic fauna to the vermetid reefs along the Mediterranean Spanish coast	234
FRAU F., ATZORI F., CINTI M.F., GHIANI R., PALIAGA B., CORRIAS S. - Distribuzione di <i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna).....	236
IORI D., FORTI L., PREVEDELLI D., MASSAMBA-N'SIALA G., SIMONINI R. - Tossicità del muco colorato di <i>Halla parthenopeia</i> (Delle Chiaie, 1828) (Annelida, Oenonidae).....	238
MONTEFALCONE M., CÁNOVAS MOLINA A., CECCHI E., GUALA I., MORRI C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N., PIAZZI L. - Confronto tra due metodologie per la determinazione della qualità ecologica dei popolamenti coralligeni.....	240
MUNARI C. - Una nuova specie di <i>Cerapopsis</i> (Amphipoda: Corophiidea: Kamakidae) dallo Stretto di Messina (Mar Mediterraneo)	242
OSELLADORE F., CORNELLO M., BOSCOLO BRUSÁ R. - Studio preliminare dei popolamenti macrozoobentonici in barene di nuova realizzazione in laguna di Venezia	244
PIRAS C., MION M., FORTIBUONI T., FRANCESCHINI G., PUNZO E., STRAFELLA P., SANTELLI A., SCARCELLA G., RAICEVICH S. - Metodo fotografico per la valutazione delle comunità bentoniche di fondi strascicabili.....	246
SALVALAGGIO V., BRUNETTI B., CVITKOVIĆ I., DESPALATOVIĆ M., FABI G., GRATI F., POLIDORI P., PUNZO E., SANTELLI A., SCARCELLA G., STRAFELLA P. - Distribuzione spaziale e persistenza del briozoo <i>Amathia semiconvoluta</i> in Mar Adriatico centrale e settentrionale	249
 Poster del Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera	
ANELLI MONTI M., CACCIN A., PUPPIN A. - Stima delle catture della pesca ricreativa lungo la costa veneta.....	251
BUNDONE L., FAI S., D'AMBROSIO P., ONORATO R., MINONNE F., MOLINAROLI E. - Disponibilità di habitat costiero per la foca monaca mediterranea, <i>Monachus monachus</i> (Hermann, 1779), nel Salento: risultati preliminari	253

DI STEFANO F., APPOLLONI L., DONNARUMMA L., LOGIURATO A., RUSSO G.F. - Uso del territorio marino nei SIC marino-costieri della costa lucana tirrenica: metodologia e applicazione.....	255
FERRIGNO F., BOI S., CINTI M.F., PALIAGA B., GUALA I. - Spatial and temporal distribution of shallow algal communities in the Marine Protected Area of Capo Carbonara (Sardinia).....	257
NESTO N., MOSCHINO V., PICONE M., BOLDRIN A., DA ROS L. - Un database sui popolamenti macro-zoobentonici ed ittici degli habitat rocciosi subtidali al largo delle coste venete.....	259
PANZALIS P., CALABRETTI C., CARONNI S., DELARIA M.A., NAVONE A., CECCHERELLI G. - Caratterizzazione del popolamento ittico in una prateria di <i>Posidonia oceanica</i> invasa da <i>Caulerpa racemosa</i>	261
RENDE S.F., PENNA M., BACCI T., TRABUCCO B., CICERO A.M. - Monitoraggio video-fotografico per la valutazione dello stato del limite superiore delle praterie a <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile: l'AMP "Penisola del Sinis Isola di Mal di Ventre".....	263
SCIROCCO T., SPECCHIULLI A., CILENTI L., D'ADAMO R. - Valutazione della distribuzione macrozoobentonica nel Golfo di Manfredonia (Mediterraneo orientale).....	265

Poster del Comitato Necton e Pesca

ANELLI MONTI M., CACCIN A., FRANZOI P., VALERI P., PRANOVI F. - Vulnerabilità della pesca in Alto Adriatico in relazione ai possibili effetti dei cambiamenti climatici.....	267
CARBONARA P., CASCIARO L., GABRIELE R., GAUDIO P., BITETTO I., ZUPA W., PALMISANO M., FACCHINI M.T. - Deep-water red shrimps fisheries by set nets in the Ischia Island (central southern Tyrrhenian Sea).....	269
CELIĆ I., ROMANELLI M., FRANCESCHINI G. - La comunità ittica della parte terminale del ramo principale del fiume Po risultante da catture sperimentali con rete a traino semipelagica.....	271
DE SABATA E., BELLO G., CATALDINI G., MANCUSI C., SERENA F., CLÒ S. - A seasonal hotspot for <i>Cetorhinus maximus</i> in Apulia, southern Italy	273
FINOTTO L., RIGINELLA E., GIUSTO G.B., GRISTINA M., RIZZO P., MAZZOLDI C. - Confronto della biologia riproduttiva di <i>Scyllorhinus canicula</i> nel Mare Adriatico e nel Canale di Sicilia	275
LANTERI L., GARIBALDI F., MANNINI A., FRANCO A., CAPPANERA V., MANARATTI G., RELINI G. - La pesca del rossetto <i>Aphia minuta</i> (Risso, 1918) in Liguria nelle stagioni 2011/12 e 2012/13	277
LAZZARINI R., GALVAN T., CRUCIANI L., VENDRAMINI A. - Dati preliminari sulla capacità di cattura di nasse per la pesca della	

seppia (<i>Sepia officinalis</i> L., 1758) lungo la fascia costiera veneta.....	279
MANFREDI C., VALLISNERI M., STAGIONI M., ISAJLOVIĆ I., MONTANINI S. - Depth distribution of gurnard species (Scorpaeniformes: Triglidae) from GSA 17.....	281
MANZO C., CILENTI L., FABBROCINI A., PAZIENZA G., PELOSI S., D'ADAMO R. - Riproduzione e condizione dell'acciuga <i>Engraulis</i> <i>encrasicolus</i> (L., 1758) nel Medio Adriatico.....	283
MASSARO A., LIGAS A., CARBONARA P. - Accrescimento della boga, <i>Boops boops</i> (Linneo, 1758), nel Mar Ligure e nel Mar Tirreno centro-settentrionale	285
MEREU M., AGUS B., ALVITO A., ATZORI G., FOIS M., CUCCU D. - Artificial dens for <i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797 in the Sardinian Sea.....	287
MION M., PIRAS C., GIOVANARDI O. - Dinamiche di crescita di <i>Mullus barbatus</i> L., 1758 e <i>Sepia officinalis</i> L., 1758 in relazione al “fermo pesca biologico”	289
MONTANINI S., STAGIONI M., TOMMASINI S., VALLISNERI M. - Diet and feeding strategy of streaked gurnard <i>Trigloporus lastoviza</i> in northern-central Adriatic Sea	291
QUATTROCCHI F., GAROFALO G., DI STEFANO G., TITONE A., GIUSTO G.B., D'ANNA G. - Variabilità morfologica della triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i> , Linnaeus, 1758) lungo la costa nord-occidentale della Sicilia.....	293
RACZ LORENZ H., POLIZZI G., ZAVA B., MASSI D., FIORENTINO F. - First record of <i>Notomyxine tridentiger</i> (Garman, 1899) (Myxiniformes, Myxinidae) in Uruguayan waters	296
REALE B., SBRANA M., VIVA C. - Biomassa catturata e sbarcata di alcune specie nella pesca a strascico del Mar Ligure e del Tirreno centro-settentrionale	298
RUSSO E., PICCINETTI C. - Nuove considerazioni sulla biologia riproduttiva dell'alice europea, <i>Engraulis encrasicolus</i> (L., 1758), nel Mare Adriatico a partire da serie storiche di dati	300
SABATINI L., CELIĆ I., BULLO M., MION M., PIRAS C., FRANCESCHINI G., GIOVANARDI O., RAICEVICH S. - Variazione interannuale della fauna ittica demersale nelle acque venete nel periodo di “fermo biologico”	302
SARTINI M., LANTERI L., LIGAS A., SILVESTRI R., DE RANIERI S., SARTOR P. - Composizione delle catture della pesca al bianchetto con sciabica nel Mar Ligure	305
SBRANA M., ROSSETTI I., DE RANIERI S., SARTOR P. - Prime osservazioni sulla fauna ittica profonda del Mar Tirreno settentrionale .	307

VALLISNERI M., MONTANINI S., RANDI M.R., REGGI M., TOMMASINI S., FALINI G. - Preliminary results on organic and mineral fractions in otoliths of three fish species from Adriatic Sea.....	310

Poster del Comitato Plancton

BATTUELLO M., MUSSAT SARTOR R., NURRA N., DE BIASI A.M., PESSANI D. - Segnalazione di <i>Distiocus minor</i> (T. Scott, 1894) (Copepoda - Harpacticoida) nelle acque dell'Arcipelago Toscano.....	313
CAROPPO C., FONDA UMANI S., LA FERLA R., AZZARO M., MAIMONE G., PLACENTI F., LAROSA R., CUTTITTA A., PATTI B. - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: structure and diversity.....	315
CARUSO G., AZZARO M., DECEMBRINI F., LAROSA R., MAIMONE G., CUTTITTA A., MONTICELLI L.S., ZACCONE R., PATTI B., LA FERLA R. - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: microbial activities	317
LEONARDI M., AZZARO F., AZZARO M., CARUSO G., CUTTITTA A., DECEMBRINI F., LAROSA R., MAIMONE G., PARANHOS R., PLACENTI F., ZACCONE R., PATTI B., LA FERLA R. - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: trophic assessment.....	319
CASABIANCA S., CASABIANCA A., RIOBO' P., FRANCO J.M., VILA M., CAPELLACCI S., PENNA A. - Quantification of the toxic dinoflagellate <i>Ostreopsis</i> spp. by qPCR assay in marine aerosol.....	321
CERINO F., BERAN A., COMICI C., COSCIA L., FORNASARO D., KRALJ M., CABRINI M. - Carbon dioxide effects on growth and morphology of the coccolithophore <i>Pleurochrysis</i> cf. <i>pseudoroscoffensis</i> ..	323
FACCA C., BERNARDI AUBRY F., FINOTTO S., PONIS E., ACRI F., BAZZONI A.M. - Applicazione dell'indice multimetrico del fitoplancton (MPI).....	325
KARUZA A., BERAN A., DE VITTOR C., DEL NEGRO P., FONDA UMANI S. - The role of virioplankton in mucilage dynamics.....	327
UTTIERI M., IERMANO I., CIANELLI D., SABIA L., SANDULLI R., SPEZIE G., ZAMBIANCHI E., MAZZOCCHI M.G. - Coupling of an Individual-Based Model and vertical hydrodynamics to investigate the calanoid copepod <i>Clausocalanus furcatus</i> vertical distribution.....	329

Poster della Sessione Vari

ABDELRHMAN K.F.A., UGOLINI A., SCHINTU M., MENGONI A. - Exploring the pattern of seasonal dynamic diversity of Sardinian sandy shores microbiomes.....	331

ARMELI MINICANTE S., MICHELET S., BRUNO F., CASTELLI G., VITALE F., MORABITO M., GENOVESE G., SFRISO A. - Alien seaweeds as potential resources against leishmaniasis disease.....	333
BRUNELLI A., BUOSI A., BRAGATO C., SFRISO A., DANIELE S., MARCOMINI A. - Effects of silver engineered nanoparticles to the Adriatic Sea Rhodophyceae <i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne (preliminary data).....	335
CALOGERO G., ARMELI MINICANTE S., CITRO I., MORABITO M., GENOVESE G. - The alien species <i>Undaria pinnatifida</i> (Ochrophyta, Phaeophyceae) in renewable energy: from photosynthesis to photoelectrochemical solar cells	337
CATTANO C., SPATAFORA D., SINOPOLI M., TURCO G., GRISTINA M., MILAZZO M. - Effetti della CO ₂ sui tassi di <i>spawning</i> in un labride nidificante del Mediterraneo: dati preliminari.....	339
FLORIS R., SCANU G., FOIS N., KUEGLER J., MALAVENDA R. - Bioactive compounds production by bacteria isolated from the intestinal tract of gilthead sea bream (<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758) from coastal marine environments of Sardinia Island (Italy).....	341
GRECH K., ZAMMIT-MANGION M. - Study of DNA extraction methods in farm-fattened <i>Thunnus thynnus</i>	343
LA MARCA E.C., COOMBES M.A., VILES H.A., NAYLOR L.A. - The bio-protective role of a biological encrustation.....	345
LIBRALATO G., GENTILE E., MINETTO D., VOLPI GHIRARDINI A. - Ranking wastewater samples with <i>Phaeodactylum tricornutum</i> (Bohlin)	347
MACRI G., NAVONE A., SPALLA A., CARONNI S. - Un prototipo GIS per il monitoraggio e la gestione delle specie aliene vegetali nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (NE Sardegna).....	349
MASSI D., TITONE A., BOTTARI T., BUSALACCHI B., GANCITANO V., GIUSTO G.B., SINACORI G., VITALE S. - <i>Conchoderma virgatum virgatum</i> (Crustacea, Lepadidae) in association with <i>Pennella instructa</i> (Crustacea, Pennellidae) on a swordfish from the Strait of Sicily	351
MINETTO D., LIBRALATO G., VOLPI GHIRARDINI A. - Ecotoxicity effects of nano-TiO ₂ towards marine organisms	353
PAGLIARA P., ACQUAVIVA M., CAVALLO R.A., NARRACCI M., STABILI L. - Evidenziazione di composti bioattivi nella stella di mare <i>Echinaster sepositus</i> e saggi di tossicità.....	355
PAGLIARANI A., FIORINI R., NESCI S., PIRINI M., FABBRI M., TROMBETTI F., VENTRELLA V. - Caratteristiche peculiari delle membrane mitocondriali di branchie di <i>Mytilus galloprovincialis</i>	357
PAPALE M., CONTE A., LO GIUDICE A., ZITO E., LUNA G.M., DE DOMENICO E. - Tolleranza ai metalli pesanti di batteri isolati da canyon sottomarini nel Golfo di Genova.....	359

PASQUALE V., ROMANO V., CENNAMO P., GUIDA M. - Phylogenetic diversity and exoenzymes production of bacteria associated with <i>Corallium rubrum</i> sampled in three different Italian areas.....	361
SIGOVINI M., FOGLINI F., KEPPEL E., KRUSS A., MANFRIN F., TAGLIAPIETRA D., ZAGGIA L., MADRICARDO F. - Habitat mapping in coastal lagoons: first results on a tidal channel and future prospects	363

Workshop

“Fare rete per i Cetacei: dalla teoria alla pratica”

Venezia, 23 maggio 2014

Comunicazioni

ARCANGELI A., AISSI M., ARAGNO P., ATZORI F., AZZOLIN M., BACCETTI N., CAMPANA I., CASTELLI A., CERRI F., CROSTI R., DAVID L., DI MEGLIO N., FRAU F., LIPPI S., LUPERINI C., MAFFUCCI F., MARINI L., MOULINS A., PARABOSCHI M., PELLEGRINO G., RUVOLO A., TEPsICH P., TRINGALI M. - Cetacei, uccelli pelagici, tartarughe marine, traffico marittimo e rifiuti marini galleggianti: potenzialità di una raccolta dati sinottica multidisciplinare nella regione marina del Mediterraneo occidentale.....	366
BALLARDINI M. - La rete sanitaria degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IIZZSS) per la sorveglianza diagnostica sui cetacei spiaggiati lungo le coste italiane.....	369
CINTI M.F., ATZORI F., FRAU F., CORRIAS S., LIPPI S., GHIANI R., DONATI S., ARCANGELI A. - Monitoraggio delle specie marine (cetacei, tartarughe marine) nel Canale di Sardegna attraverso una rete di aree marine protette.....	371
FANIZZA C., DIMATTEO S., POLLAZZON V., PRUNELLA V., CARLUCCI R. - An update of cetaceans occurrence in the Gulf of Taranto (Western-Central Mediterranean Sea).....	373
FIORI C., ALESSI J. - Un esempio di rete multidisciplinare su scala mediterranea: progetto PROMETEOS. I cetacei come indicatori della biodiversità nell'ecosistema delle “montagne sottomarine”.....	375
LANFREDI C., AZZELLINO A., IACOPONI A., LICITRA G. - Valutazione del rischio di esposizione al rumore da traffico navale sui cetacei nel Santuario Pelagos.....	377
MARINI C., FOSSA F., BELLINGERI M., GNONE G., VASSALLO P. - Modellizzazione dell'habitat del tursiopo nel Mar Ligure di Levante: tre diversi approcci.....	379
MARSILI L., COPPOLA D., BAINI M., GIANNETTI M., MACCANTI M., FOSSI M.C., CANCELLI F., MANCUSI C., SERENA F., VENTRELLA S., MAZZARIOL S., TERRACCIAO G. - Fare rete	

per i cetacei in Toscana: stress tossicologico da organoclorurati in esemplari di <i>Stenella coeruleoalba</i> recuperati nel periodo gennaio-marzo 2013	381
MAZZARIOL S., CENTELLEGHE C., ANGELINI V., PARI S., RODIC P., JEREMIC J., FORTUNA C. - NETCET Project: a NETwork for the conservation of Cetaceans and sea Turtles in the Adriatic Sea ..	383
ORSI RELINI L., RELINI G. - Note di biologia di <i>Balaenoptera physalus</i> (Linnaeus, 1758) nel Mediterraneo centrale.....	385
ROSSI A., BENVENÙ E., MANFREDI P., DORÉMUS G., GNONE G., SANTANGELO G. - L'informazione demografica contenuta nei dati di spiaggiamento: le tavole di mortalità di <i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821) nel periodo 1986-2011	387
<i>Poster</i>	
BERTI A., BATTAGLIA P., MANCUSI C., PEDÀ C., TARGUSI M., VOLIANI A. - Dieta di stenella striata, <i>S. coeruleoalba</i> (Meyen, 1833) nell'Arcipelago Toscano.....	389
CAPELLO M., FOSSA F., BELLINGERI M., PESSANI D., GNONE G. - Indagine della struttura sociale attraverso l'analisi dei modelli di associazione in una popolazione mediterranea di tursiope.....	391
CARUSO F., SCIACCA V., BELLIA G., GIACOMA C., GRASSO R., INSERRA P., LAROSA G., PAPALE E., PAVAN G., PULVIRENTI S., RICCOBENE G., ROCCA C., SCANDURA D., VIOLA S., DE DOMENICO E. - Osservatori multidisciplinari in ambiente profondo per il monitoraggio acustico passivo dei cetacei	393
FAVARO L., PESSANI D., JANIK V.M. - Apprendimento vocale in un grampo (<i>Grampus griseus</i>) cresciuto in una comunità di tursiopi (<i>Tursiops truncatus</i>)	395
Workshop	
“Il plancton nella Direttiva Quadro per la Strategia Marina: proposte di monitoraggio per la valutazione dello stato ambientale”	
Roma, 13 dicembre 2013	
<i>Comunicazioni</i>	
CAMATTI E., FONDA UMANI S. - Proposals and prospects for zooplankton monitoring for the definition of the Good Environmental Status (GES)	398
CAROPPO C., CABRINI M., FACCA C., LAZZARA L., MANGONI O., PENNA A., SAGGIOMO V., SAGGIOMO M., SOCAL G., TOTTI C. - Valutazione dello stato ambientale pelagico attraverso lo studio della comunità fitoplanctonica.....	402

Tema 1

POTENZIALITÀ DEL PLANKTON NELL'ECONOMIA DEL MARE

A. MALEJ¹, T. KOGOVŠEK^{1,2}, S.-I. UYE²

¹Marine Biology Station Piran, National Institute of Biology, Fornače, 41 - 6330 Piran, Slovenia.
alenka.malej@mbss.org

²Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Japan.

MEDUSAE - PEST OR RESOURCE FOR HUMANS?

MEDUSE - PESTE O RISORSA PER L'UOMO?

Abstract - Not so long ago medusae were considered a trophic dead-end and a pest to humans while recently it has become increasingly clear that they may play a significant role in the pelagic food web and may also be a valuable resource to humans. Our contribution will highlight the double role medusae play as they present both opportunities and challenges for humankind. We also review medusa role in pelagic food webs.

Key-words: jellyfish blooms, socio-economic impacts, medusa fisheries, ecological role.

Introduction - The benefits of medusae as a marine resource are traditionally recognised in Asian cultures. Eating medusae has been a tradition in China for more than a thousand years and they are considered a delicacy. In the rest of the world medusae are prevailingly viewed as stressors both for humans and marine ecosystems. Fascination with medusae and negative public perceptions are not new in western cultures and ancient mythology depicted them as frightening creatures. With the increase in sea-based human activities and the more frequent bloom phenomena in many coastal areas around the world this negative perception has been accentuated.

Medusae blooms are not of recent origin and fossil evidence points to the existence of mass occurrences on a geological time scales (Cartwright *et al.*, 2007). However, several studies indicated more severe and frequent outbreaks over the past few decades in different coastal areas (Brotz *et al.*, 2012; Kogovšek *et al.*, 2010; Roux *et al.*, 2013; Uye, 2008). Conversely, Condon *et al.* (2013) who analysed long-term trends in gelatinous taxa within Cnidaria, Ctenophora and Thaliacea concluded that there was no robust evidence for a global increase in jellyfish. The strongest non-random trend found was an approx. 20-year periodicity and among 37 analysed data sets which included only time series exceeding a decade 27% experienced increases, 16% showed decreases while the remaining data trends were not clear. Although no significant increase was found over the whole observational period (1874-2011), results indicated a weak yet significant increase since 1970. The rise in jellyfish populations in coastal areas seems to be both a symptom of the cumulative deterioration of the ecosystems as well as the outcome of combined climate and anthropogenic stressors. Although there is no clear direct evidence that anthropogenic drivers are responsible for increases, a large amount of correlative evidence suggests such connections and, globally, six of the top ten highly disturbed marine systems (Halpern *et al.*, 2008) coincided with locations that have had jellyfish blooms (Purcell, 2012).

While global trends of medusae blooms and causes of population fluctuations require further rigorous research to clarify trends there is also an immediate need for assessment of the socio-economic impacts of medusae blooms (Gibbons & Richardson, 2013) and the development of management strategies to cope with problems (Lucas *et al.*, 2014). The detrimental effects of medusae blooms to humans are widely acknowledged, conversely, the benefits and diverse role of medusae in the ecosystem have been largely overlooked. In our contribution we are focusing on scyphomedusae (Scyphozoa, Cnidaria) and highlight both positive and negative impacts that they may have for humans, we also briefly review their ecological role in marine systems.

Medusae benefits for humans and their detrimental impacts

Medusae have been exploited for more than a thousand years and were appreciated as a delicacy food by the Chinese (Omori & Nakano, 2001); moreover, they have also been recognised for their medicinal value (Hsieh *et al.*, 2001). In recent decades consumption of jellyfish has increased and with increasing demand, mostly from Far East countries (China, Japan, Korea), fisheries and aquaculture of edible jellyfish have increased.

Traditionally, the main fishing grounds for edible medusae were in southeast Asia (Omori & Nakano, 2001). During the last decade medusae have been fished in nine FAO fishing areas (31, 41, 47, 51, 57, 58, 61, 71 and 77) but more than 98% are harvested from the Western (51) and Eastern (57) Indian Ocean, and the Northwest (61), Western Central (71) and Eastern Central (77) Pacific (FAO, 2014). All fished medusae fall into the order Rhizostomaeae (subo. Daktyliophorae) and belong to the genera *Acromitus*, *Catostylus*, *Crambione*, *Crambionella*, *Lomonema*, *Lobonemoides*, *Rhizostoma*, *Rhopilema*, and *Stomolophus*. Although there are no data on relative quantities of different species harvested it seems that *Rhopilema esculentum* is the most favoured at markets in China and Japan (Kitamura & Omori, 2010). Medusae are caught using a variety of fishing nets including dip-nets, set-nets, drift-nets, push-nets as well as beach-seines, weirs and hooks (Kitamura & Omori, 2010) and need to be processed locally since they spoil quickly. Medusae for human consumption are dried using a combination of salt and alum during a step-wise drying that can take 3-5 weeks and are then sold as semi-dried commodities. Fishing for *Rhopilema esculentum* in the Ariake Sea (Japan) and drying is shown in Fig. 1.



Fig. 1 - Fishing for *Rhopilema esculentum* in the Ariake Sea (Japan) and processing of medusae in Japanese plants.

Pesca di Rhopilema esculentum nel Mar Ariake (Giappone) e lavorazione delle meduse in impianti giapponesi.

Few published data on jellyfish fisheries are available for the period before 1980. The catches for *Rhopilema esculentum* in China fluctuated between 10,000 and 60,000 tons wet weight annually during 1955-1975. The catches declined sharply after 1975 due to overexploitation and remained low in the early 1980s (Dong *et al.*, 2014) when intensive research on reproduction, artificial breeding and culturing started (Dong *et al.*, 2009). During 1988-1993 the number of *Rhopilema* ephyrae released in Chinese

coastal waters ranged from 4.6×10^6 - 17.3×10^6 , number of released juveniles was about 17.3×10^6 in 1994-2004, increased to 156×10^6 in 2005 and 845×10^6 in 2010 (Dong *et al.*, 2014).

The annual catch in Southeast Asia between 1988 and 1999 was estimated by Kitamura & Omori (2010) to be about 169,000 tons, while FAO fishery statistics presented a significantly lower average annual catch (about 85,700 tons). In the following years the annual catch, as reported by FAO statistics, was characterised by large interannual fluctuations with peak values exceeding 500,000 tons in the late 1990s (Fig. 2A). According to FAO statistics, about three-quarters of capture production during 1997-2012 was by China, followed by Thailand and Indonesia (Fig. 2B); annual catches over 1,000 tons were reported by some other Asian countries such as Malaysia, Bahrain and Myanmar. Smaller quantities of medusae were also caught in Australia, Mexico and the USA. FAO statistics do not report on medusae harvesting in some other countries where the fishery might be significant. For example InfodriveIndia export statistics (2014) shows that in only one month (13 June - 13 July 2014) India exported jellyfish worth 132,403 US\$. High fishing pressure is further supported by the concern of conservation experts who warn that the rising market demand for medusae is threatening the survival of olive ridley turtles that feed on jellyfish (Mohanty, 2007).

According to FAO statistics, medusae aquaculture production is limited to China. It was about one-tenth of the catch (about 23,470 tons) in 2003 but more than doubled in the following years reaching a peak in 2011 with 63,700 tons wet weight.

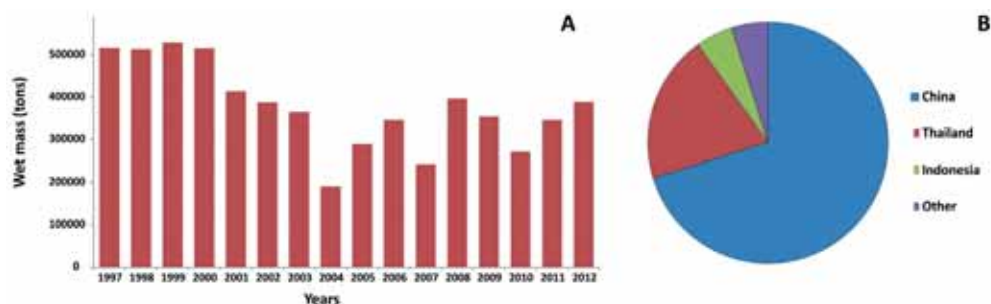


Fig. 2 - (A) Annual world medusa capture production during 1997-2012 and (B) average relative quantity (%) of medusae caught by different countries during the same period (Source: FAO Fishery and Aquaculture Statistics).

(A) *Produzione mondiale annuale della pesca delle medusa dal 1997 al 2012 e (B) quantità media relativa (%) delle meduse pescate da differenti paesi durante lo stesso periodo (Fonte: FAO Fishery and Aquaculture Statistics).*

In addition to the commodity as a human food, medusae are a valuable source of different compounds. Jellyfish gelatin polypeptides are used as antioxidants (Zhuang *et al.*, 2010), collagens from jellyfish may replace bovine collagens in biomedical applications (Addad *et al.*, 2011), the scyphomedusae venoms possess different pharmacological properties including antitumor activity (Mariottini & Pane, 2014) and jellyfish qniumucin may have disease-modifying effects on osteoarthritis (Ohta *et al.*, 2009). But the best known example is the green fluorescent protein (GFP) isolated from the hydromedusa *Aequorea victoria*. It has helped to visualize numerous biological processes and led to the Nobel Prize in Chemistry awarded to Osamu Shimomura, Martin Chalfie and Roger Tsien in 2008. Moreover, medusae are becoming increasingly popular in aquaria exhibits (AZA, 2013) thus generating

tourist revenues. Tourists are also drawn to locations where they can admire medusae in nature: for example more than 30,000 tourists annually are attracted and swim with *Mastigias* populations in the marine lakes of Palau (Graham *et al.*, 2014).

The overwhelmingly negative public perception of medusae is mainly associated with their threat to human health due to stinging which in turn has a detrimental effect on the tourist industry. It was estimated recently that nearly 150 million people are exposed to jellyfish every year (NSF Special Report). The majority of stings were mild and only 10-15 jellyfish species are considered as life threatening (Gershwin *et al.*, 2009). Most medusae do not cause significant harm to humans and severe stings requiring medical attention are mainly due to two cubozoan families Chirodropidae and Carybdeidae (Brush, 2006). Among Scyphozoa *Pelagia noctiluca*, *Chrysaora quinquecirrha*, *Cyanea* spp. are known to cause rather painful stings with local symptoms while systematic reaction is relatively uncommon (Cegolon *et al.*, 2013). Dong *et al.* (2010) listed five scyphozoan species (*Aurelia aurita*, *Cyanea nozakii*, *Nemopilema nomurai*, *Pelagia noctiluca* and *Rhopilema esculentum*) responsible for stings in China where they also recorded 13 fatal cases. Among Mediterranean species *Pelagia noctiluca* has nasty sting and several thousand stinging cases per year were reported from the French Riviera alone (Bernard *et al.*, 2011). While scyphomedusae are not considered as a major threat to human health, the impact they have on coastal tourism may be considerable as beach visitors are sensitive to jellyfish presence (Gershwin *et al.*, 2009).

Medusae blooms may affect other economic sectors, in particular fishing and aquaculture. Their impact on fishing may be either direct because of interference with fishing operations or indirect due to resource competition with commercially exploited fish and predation on fish eggs and larvae. While the latter is difficult to assess economically, the impacts on fishing operations due to clogged nets and increased catch sorting time (Uye, 2008), reduced fish catches (Dong *et al.*, 2010), or even prevention of fishing operation (Nastav *et al.*, 2013) can be estimated (Palmieri *et al.*, 2014). Recently, detrimental effects on the aquaculture industry have also been demonstrated (Purcell *et al.*, 2013) since medusae damage farmed fish (Baxter *et al.*, 2011) and have been shown to act as vectors for fish pathogens (Delannoy *et al.*, 2011).

Moreover, when present in high abundances medusae may create problems for coastal power and desalination plants due to the clogging of cooling water intakes and interference with ship operations that rely on sea water for cooling (Lucas *et al.*, 2014). Medusae impacts have been demonstrated in several marine areas during the last decade and have been echoed in the popular and news press headlines (Condon *et al.*, 2012). In addition to the socio-economic impact on human wellbeing, medusae blooms can modify marine trophic webs and organic matter cycling.

Scyphomedusae as members of the pelagic community

Medusae are important members of the pelagic community (Pauly *et al.*, 2009) and their role as voracious predators on plankton has long been acknowledged (Alldredge, 1984). While long considered as a trophic dead-end, medusae roles as prey, host, and as a source of organic matter for microbes has been recently stressed. Relative to their carbon content jellyfish are considered to have a disproportionately large influence on the ecology of pelagic ecosystems (Pitt *et al.*, 2013). Using field experiments we were able to demonstrate the impact on the classical food web as well as the cascading effects of jellyfish on microbial plankton (Malej *et al.*, 2007). It has also been shown that jellyfish promote a microbial dominated food web through release of labile organic matter (Turk *et al.*, 2008).

Although appearing in huge abundance, jellyfish have generally been regarded as a nutritionally-poor food source, i.e., a trophic dead-end. Hence, their fate in

ecosystems has been largely disregarded. However, recent data about predation on jellyfish by some large marine animals like sunfish, bluefin tuna, little tunny, spearfish, swordfish and turtles (Cardona *et al.*, 2012) show that medusae can be good food items for apex predators. Regular feeding on medusae was observed also in smaller fish such as small scombrids and carangids (Orsi Relini *et al.*, 2010). Ates (1988) listed nearly 30 fish species as feeding on scyphomedusae and stressed that probably one of the reasons why jellyfish have not generally been recognised as a food source is their rapid disintegration in the stomach after being consumed.

Medusae also provide a floating substrate, refugia for a variety of animals and are hosts to parasites and symbionts. Ohtsuka *et al.* (2009) listed dinoflagellates, ciliates, anthozoan larvae, pedunculate barnacles, anuroid isopods and hyperid amphipods as medusae parasites; digenean (Trematods) have also been found as endoparasites in medusae (Diaz Briz *et al.*, 2012). Moreover, variable biotic associations of medusae with pycnogonids, decapod larvae, and fish juveniles were described (Ohtsuka *et al.*, 2009). Among the least studied jellyfish traits is their association with photosynthetic endosymbionts commonly referred to as zooxanthellae. This dinoflagellate group forms mutualistic symbioses with a wide range of marine invertebrates and are crucial for the maintenance of healthy coral reefs. Recent coral bleaching and mortality has stimulated research on symbionts, in particular their diversity and host-symbiont specificity (Coffroth & Santos, 2005). Few studies have addressed this functional trait in scyphozoans despite the fact that its potential significance for some species was discovered several decades ago (Sugiura, 1964). Among scyphozoans, symbiotic species represent a relatively small fraction of about ten percent and are found primarily within the orders Coronatae and Rhizostomeae (genera *Cassiopea*, *Catostylus*, *Cephea*, *Cotylorhiza*, *Linuche*, *Mastigias*, *Nausithoe*, *Netrostoma*, *Phyllorhiza*) (Raspor Dall'Olio *et al.*, 2011).

The fate of jellyfish after the demise of blooms has received more attention only recently (Lebrato *et al.*, 2012) and it has been shown that sinking jelly biomass represents a swift carbon export mechanism (Lebrato *et al.*, 2013). Jellyfish are also potential substrates for bacteria and during the demise of blooms, jellyfish carcasses can serve as major carbon and nitrogen sources for the environment. Only a few studies have addressed the fate of dead jellyfish (Titelman *et al.*, 2006; West *et al.*, 2009) indicating rapid decomposition and nutrient release (Tinta *et al.*, 2010) thus affecting the activity and composition of the bacterial community (Tinta *et al.*, 2012). Jellyfish are degraded efficiently by marine bacteria, therefore one possible ecologically friendly approach to the degradation of large quantities of jellyfish biomass which block the seawater intake of cooling systems is using marine microorganisms or their enzymes to speed up the process.

Conclusions - Medusae can produce both economic gains and losses and either way we need to know them better. It is becoming increasingly clear that our knowledge about scyphomedusae and the bloom phenomenon is still rather limited and that we need to improve our understanding of their role in the marine environment. Better biological and ecological information will improve our ability to use this resource more fruitfully on one hand and to cope with problems they may cause more efficiently.

References

- ADDAD S., EXPOSITO J.-Y., FAYE C., RICARD-BLUM S., LETHIAS C. (2011) - Isolation, characterization and biological evaluation of jellyfish collagen for use in biomedical applications. *Mar. Drugs*, **9**: 967-983.
- ALLDREDGE A.L. (1984) - The quantitative significance of gelatinous zooplankton as pelagic consumers. In: Fasham M.J.R. (ed), *Flows of energy and materials in marine ecosystems*. Plenum Press, New York: 407-433.

- ATES R.M.L. (1988) - Medusivorous fishes, a review. *Zool. Mededel.*, **62**: 29-42.
- AZA Aquatic invertebrate TAG (2013) - *Jellyfish care manual*. Association of Zoos and Aquariums, Silver Spring, MD: 79 pp.
- BAXTER E.J., STURT M.M., RUANE N.M., DOYLE T.K., McALLEN R., HARMAN L., RODGER H.D. (2011) - Gill damage to Atlantic salmon (*Salmo salar*) caused by the common jellyfish (*Aurelia aurita*) under experimental challenge. *PLoS ONE*, **6**, doi: 10.1371/journal.pone.0018529.
- BERNARD P., BERLINE L., GORSKY G. (2011) - Long-term (1981-2008) monitoring of the jellyfish *Pelagia noctiluca* (Cnidaria, Scyphozoa) on Mediterranean coasts (Principality of Monaco and French Riviera). *Journal of Oceanography, Research and Data*, **4**: 1-10.
- BROTZ L., CHEUNG W.W.L., KLEISNER K., PAKHOMOV E., PAULY D. (2012) - Increasing jellyfish populations: trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia*, **690**: 3-20.
- BRUSH D.E. (2006) - Marine Envenomations. In: Flomenbaum N.E., Goldfrank L.R., Hoffman R.S., Howland M.A., Lewin N.A., Nelson L.S. (eds), *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. McGraw-Hill, New York: 1629-1642.
- CARDONA L., ÁLVAREZ DE QUEVEDO I., BORRELL A., AGUILAR A. (2012) - Massive consumption of gelatinous plankton by Mediterranean apex predators. *PLoS ONE*, **7**, doi: 10.1371/journal.pone.0031329.
- CARTWRIGHT P., HALGEDAHL S.L., HENDRICKS J.R., JARRARD R.D., MARQUES A.C., COLLINS A.G., LIEBERMAN B.S. (2007) - Exceptionally Preserved Jellyfishes from the Middle Cambrian. *PLoS ONE*, **2** (10), doi: 10.1371/journal.pone.0001121.
- CEGOLON L., HEYMANN W.C., LANGE J.H., MASTRANGELO G. (2013) - Jellyfish stings and their management: a review. *Mar. Drugs*, **11**: 523-550.
- COFFROTH M.A., SANTOS S.R. (2005) - Genetic Diversity of Symbiotic Dinoflagellates in the Genus *Symbiodinium*. *Protist*, **156**: 19-34.
- CONDON R.H., DUARTE C.M., PITT K.A., ROBINSON K.L., LUCAS C.H., SUTHERLAND K.R., MIANZAN H.W., BOGEBERG M., PURCELL J.E., DECKER M.B., UYE S.-I., MADIN L.P., BRODEUR R.D., HADDOCK S.H.D., MALEJ A., PARRY G.D., ERIKSEN E., QUIÑONES J., ACHA M., HARVEY M., ARTHUR J.M., GRAHAM W.M. (2013) - Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, **110**: 1000-1005.
- CONDON R.H., GRAHAM W.M., DUARTE C.M., PITT K.A., LUCAS C.H., HADDOCK S.H.D., SUTHERLAND K.R., ROBINSON K.L., DAWSON M.N., DECKER M.B., MILLS C.E., PURCELL J.E., MALEJ A., MIANZAN H., UYE S.-I., GELCICH S., MADIN L.P. (2012) - Questioning the rise of gelatinous zooplankton in the world's oceans. *BioScience*, **62**: 160-169.
- DELANNOY C.M.J., HOUGHTON J.D.R., FLEMING N.E.C., FERGUSON H.W. (2011) - Mauve stingers (*Pelagia noctiluca*) as carriers of the bacterial fish pathogen *Tenacibaculum maritimum*. *Aquaculture*, **311**: 255-257.
- DIAZ BRIZ L.M., MARTORELLI S.R., GENZANO G.N., MIANZAN H.W. (2012) - Parasitism (Trematoda, Digenea) in medusae from the southwestern Atlantic Ocean: medusa hosts, parasite prevalences, and ecological implications. *Hydrobiologia*, **690**: 215-226.
- DONG J., JIANG L.-X., TAN K.-F., LIU H.-Y., PURCELL J.E., LI P.-J., YE C.-C. (2009) - Stock enhancement of the edible jellyfish (*Rhopilema esculentum* Kishinouye) in Liaodong Bay, China: a review. *Hydrobiologia*, **616**: 113-118.
- DONG Z., LIU D., KEESING J.K. (2010) - Jellyfish blooms in China: Dominant species, causes and consequences. *Mar. Pollut. Bull.*, **60**: 954-963.
- DONG Z., LIU D., KEESING J.K. (2014) - Contrasting trends in populations of *Rhopilema esculentum* and *Aurelia aurita* in Chinese waters. In: Pitt K.A., Lucas C.H. (eds), *Jellyfish Blooms*. Springer Netherlands: 207-218.
- FAO (2014) - FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2012. FAO, Rome: 76 pp. www.fao.org/3/a-i3740t.pdf
- GERSHWIN L.-A., DE NARDI M., WINKEL K.D., FENNER P.J. (2009) - Marine stingers: review of an under-recognized global coastal management issue. *Coast. Manage.*, **38**: 22-41.
- GIBBONS M.J., RICHARDSON A.J. (2013) - Beyond the jellyfish joyride and global oscillations: advancing jellyfish research. *J. Plankton Res.*, **35**: 929-938.
- GRAHAM W.M., GELCICH S., ROBINSON K.L., DUARTE C.M., BROTZ L., PURCELL J.E., MADIN L.P., MIANZAN H., SUTHERLAND K.R., UYE S., PITT K.A., LUCAS C.H., BOGEBERG M., BRODEUR R., CONDON R.H. (2014) - Linking human wellbeing and jellyfish: ecosystem services, impacts and social responses. *Front. Ecol. Evol.*, **12**: 515-523.

- HALPERN B.S., WALBRIDGE S., SELKOE K.A., KAPPEL C.V., MICHELI F., D'AGROSA C., BRUNO J.F., CASEY K.S., EBERT C., FOX H.E., FUJITA R., HEINEMANN D., LENIHAN H.S., MADIN E.M.P., PERRY M.T., SELIG E.R., SPALDING M., STENECK R., WATSON R. (2008) - A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, **319**: 948-952.
- HSIEH Y.-H.P., LEONG F.-M., RUDLOE J. (2001) - Jellyfish as food. *Hydrobiologia*, **451**: 11-17.
- INFODRIVEINDIA (2014) - <http://www.infodriveindia.com/india-export-data/jelly-fish-export-data.aspx>.
- KITAMURA M., OMORI M. (2010) - Synopsis of edible jellyfishes collected from Southeast Asia, with notes on jellyfish fisheries. *Plankton Benthos Res.*, **5**: 106-118.
- KOGOVŠEK T., BOGUNOVIĆ B., MALEJ A. (2010) - Recurrence of bloom-forming scyphomedusae: wavelet analysis of a 200-year time series. *Hydrobiologia*, **645**: 81-96.
- LEBRATO M., DE JESUS MENDES P., STEINBERG D.K., CARTES J.E., JONES B.M., BIRSA L.M., BENAVIDES R., OSCHLIES A. (2013) - Jelly biomass sinking speed reveals a fast carbon export mechanism. *Limnol. Oceanogr.*, **58**: 1113-1122.
- LEBRATO M., PITT K.A., SWEETMAN A.K., JONES D.O.B., CARTES J.E., OSCHLIES A., CONDON R.H., MOLINERO J.C., ADLER L., GAILLARD C., LLORIS D., BILLETT D.S.M. (2012) - Jelly-falls historic and recent observations: a review to drive future research directions. *Hydrobiologia*, **690**: 227-245.
- LUCAS C.H., GELCICH S., UYE S.-I. (2014) - Living with Jellyfish: Management and Adaptation Strategies. In: Pitt K.A., Lucas C.H. (eds), *Jellyfish Blooms*. Springer Netherlands: 129-152.
- MALEJ A., TURK V., LUČIĆ D., BENOVIĆ A. (2007) - Direct and indirect trophic interactions of *Aurelia* sp. (Scyphozoa) in a stratified marine environment (Mljet Lakes, Adriatic Sea). *Mar. Biol.*, **151**: 827-841.
- MARIOTTINI G.L., PANE L. (2014) - Cytotoxic and cytolytic Cnidarian venoms. A review on health implications and possible therapeutic applications. *Toxins*, **6**: 108-151.
- MOHANTY B. (2007) - <http://mangroveactionproject.org/category/headlines/page/106/>.
- NASTAV B., MALEJ M., MALEJ A. JR., MALEJ A. (2013) - Is it possible to determine the economic impact of jellyfish outbreaks on fisheries? A case study – Slovenia. *Medit. Mar. Sci.*, **14**: 214-223.
- OHTA N., SATO M., USHIDA K., KOKUBO M., BABA T., TANIGUCHI K., URAI M., KIHARA K., MOCHIDA J. (2009) - Jellyfish mucin may have potential disease-modifying effects on osteoarthritis. *BMC Biotechnology*, **9**, doi: 10.1186/1472-6750-9-98.
- OHTSUKA S., KOIKE K., LINDSAY D., NISHIKAWA J., MIYAKE H., KAWAHARA M., MUJIONO N., HIROMI J., KOMATSU H. (2009) - Symbionts of marine medusae and ctenophores. Review. *Plankton Benthos Res.*, **4**: 1-13.
- OMORI M., NAKANO E. (2001) - Jellyfish fisheries in southeast Asia. *Hydrobiologia*, **451**: 19-26.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., RELINI M., CIMA C., LANTERI L. (2010) - Large pelagic fish, swordfish, bluefin and small tunas, in the Ligurian Sea: biological characteristics and fishery trends. *Chem. Ecol.*, **26** (Suppl. 1): 341-357.
- PALMIERI M.G., BARAUSSE A., LUISETTI T., TURNER K. (2014) - Jellyfish blooms in the Northern Adriatic Sea: Fishermen's perceptions and economic impacts on fisheries. *Fish. Res.*, **155**: 51-58.
- PAULY D., GRAHAM W., LIBRALATO S., MORISSETTE L., PALOMARES M.L.D. (2009) - Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models. *Hydrobiologia*, **616**: 67-85.
- PITT K.A., DUARTE C.M., LUCAS C.H., SUTHERLAND K.R., CONDON R.H., MIANZAN H., PURCELL J.E., ROBINSON K.L., UYE S.-I. (2013) - Jellyfish body plans provide allometric advantages beyond low carbon content. *PloS ONE*, **8**, doi: 10.1371/journal.pone.0072683.
- PURCELL J.E. (2012) - Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annu. Rev. Mar. Sci.*, **4**: 209-235.
- PURCELL J.E., BAXTER E.J., FUENTES V. (2013) - Jellyfish as products and problems for aquaculture. In: Allan G., Burnell G. (eds), *Advances in aquaculture hatchery technology*. Woodhead Publishing: 404-430.
- RASPOR DALL'OLIO L., MORANDINI A., RAMŠAK A., MALEJ A. (2011) - Diversity of symbiont-bearing scyphozoa. World Conference on Marine Biodiversity, Aberdeen, Scotland (UK), 26-30 September 2011. *Digital Object Abstract Booklet* 30/0711: 187.
- ROUX J.-P., VAN DER LINGEN C.D., GIBBONS M.J., MOROFF N.E., SHANNON L.J., SMITH A.D.M., CURY P.M. (2013) - Jellyfication of marine ecosystems as a likely consequence of overfishing small pelagic fishes: lessons from the Benguela. *B. Mar. Sci.*, **89**: 249-284.

- SUGIURA Y. (1964) - On the life-history of Rhizostome medusae. II. Indispensability of Zooxanthellae for strobilation in *Mastigias papua*. *Embryologia*, **8**: 223-233.
- TINTA T., KOGOVSĚK T., MALEJ A., TURK V. (2012) - Jellyfish modulate bacterial dynamic and community structure. *PLoS ONE*, **7**, doi: 10.1371/journal.pone.0039274.
- TINTA T., MALEJ A., KOS M., TURK V. (2010) - Degradation of the Adriatic medusa *Aurelia* sp. by ambient bacteria. *Hydrobiologia*, **645**: 179-191.
- TITELMAN J., RIEMANN L., SØRNES T.A., NILSEN T., GRIEKSPoor P., BÅMSTEDT U. (2006) - Turnover of dead jellyfish: stimulation and retardation of microbial activity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **325**: 43-58.
- TURK V., LUČIĆ D., FLANDER-PUTRLE V., MALEJ A. (2008) - Feeding of *Aurelia* sp. (Scyphozoa) and links to the microbial food web. *Mar. Ecol.*, **29**: 495-505.
- UYE S.-I. (2008) - Blooms of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai*: a threat to the fisheries sustainability of the East Asian Marginal Seas. *Plankton Benthos Res.*, **3** (Suppl.): 125-131.
- WEST E.J., PITT K.A., WELSH D.T., KOOP K., RISSIK D. (2009) - Top-down and bottom-up influences of jellyfish on primary productivity and planktonic assemblages. *Limnol. Oceanogr.*, **54**: 2058-2071.
- ZHUANG Y.-L., SUN L.-P., ZHAO X., HOU H., LI B.-F. (2010) - Investigation of gelatin polypeptides of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) for their antioxidant activity *in vitro*. *Food Technol. Biotechnol.*, **48**: 222-228.

B. CATALETTO, M. CABRINI, C. DE VITTOR, A. DE OLAZABAL, C. FABBRO,
D. FORNASARO, M. LIPIZER, M. MONTI

OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale),
Via Piccard, 54 – 34151 Trieste, Italia.
bcataletto@inogs.it

IL PLANKTON COME SUPPORTO ALLA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DI UN RELITTO DI TRAGHETTO BRUCIATO IN UN'AREA PORTUALE: UN APPROCCIO INTERDISCIPLINARE

THE PLANKTON COMMUNITY AS A TOOL TO ASSESS THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF A BURNED FERRY WRECK: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH

Abstract - After the conveyance of the burned ferry-boat "Und Adriatik" in the Trieste harbour (Northern Adriatic Sea) OGS has performed biological and chemical sampling in the surrounding marine area to assess whether the wreck was source of chemical pollution. The monitoring strategy adopted a high-temporal resolution, with two-day sampling interval upon arrival of the wreck in the harbour and weekly sampling afterwards. The analysis covered the period from February 2008 to April 2008. Nutrients, Chl *a*, oxygen, *BOD*₅ and *COD*, pollutants (such as hydrocarbons, IPA, PCB, metals), POM, TSM, bacterial abundance and production, hydrolytic enzymatic activities, bacterial fingerprint, culturable bacterial community composition and production, bacterial grazers and phytoplankton, microzooplankton and mesozooplankton were analysed. The results show no significant difference in the above-mentioned parameters between a control site and the area surrounding the ferry-boat.

Key-words: environmental impact, hydrocarbon pollutants, plankton community.

Introduzione - Al largo delle coste dell'Istria, il 6 febbraio 2008 la nave da trasporto turca Und Adriatik della compagnia U.N Ro-Ro Isletmeleri A.S. si incendiò. Domato l'incendio, il 19 febbraio la nave fu trainata ed ormeggiata nel porto di Trieste e, come da disposizione della Capitaneria di Porto di Trieste (msg. 3842 dd. 19/02/2008), venne intrapreso un monitoraggio di controllo dell'ambiente marino circostante. Il campionamento fu indirizzato a valutare l'eventuale incremento nella concentrazione di inquinanti in particolare di idrocarburi totali, pesanti, policiclici aromatici (IPA), di policlorobifenili (PCB) e dei metalli Fe, Cr, Zn, Pb, Mn e Cu. Poiché gli organismi che rispondono più velocemente alle alterazioni ambientali sono i procarioti furono effettuate analisi specifiche atte a verificare le alterazioni della struttura e della funzionalità (produzione e degradazione della sostanza organica) della comunità microbica. Le immissioni in mare di composti petroliferi stimolano infatti la crescita di batteri idrocarburoclastici che degradano la matrice organica inquinante e la utilizzano come fonte di energia. Allo scopo di fornire indicazioni utili sulla risposta rapida del sistema ad eventi di stress ambientale fu eseguita l'analisi della presenza di batteri idrocarburoclastici sui campioni d'acqua e la determinazione di gruppi specifici aerobi e anaerobi. I potenziali effetti sull'ambiente marino furono valutati utilizzando i principali indici di qualità previsti dalla Water Framework Directive (WFD 2000/60): variazioni delle concentrazioni di materiale sospeso, sia della frazione organica che inorganica, di clorofilla *a*, come indice di biomassa fitoplanctonica, di ossigeno disciolto, per valutare gli scambi acqua-aria, e quantificazioni delle domande chimica e biochimica di ossigeno, come stima dei processi di ossidazione della sostanza organica. Per valutare le eventuali modificazioni strutturali determinate dall'improvvisa perturbazione è stata identificata sia la struttura del fitoplancton, elemento di qualità previsto dalla WFD e descrittore

qualitativo secondo la Marine Strategy (2008/56/EC) sia la struttura completa della comunità planctonica a partire dagli organismi picoplanctonici per arrivare al nanoplancton, al microplancton e al mesoplancton.

Materiali e metodi - Dal giorno 22/02/2008, successivamente all'ormeggio dell'unità navale alla banchina, è stato avviato un programma di monitoraggio dell'acqua circostante nella stazione B entro la barriera antinquinamento e nella stazione C. Nella stazione B e nella stazione C, esterna al Molo, considerata come controllo, furono effettuati i campionamenti in superficie e sul fondo con cadenza ravvicinata, ogni 2 giorni (25/02, 27/02, 29/02), nella prima settimana, cui è seguito un campionamento settimanale (10/03, 17/03, 26/03, 02/04, 09/04). Tutte le metodologie di campionamento e di analisi sono state eseguite secondo i metodi descritti nel Manuale "Metodologie di studio del Plancton marino" (Socal *et al.*, 2010).

Risultati - Nel periodo di campionamento le concentrazioni di N e P risultano, comunque, molto inferiori rispetto ai limiti previsti dalla legge (15 mg l⁻¹ e 2 mg l⁻¹ rispettivamente) e non si discostano in modo sostanziale dai valori rilevati in ambienti simili. Il DL n. 152 del 3 aprile 2006 dettaglia soltanto alcuni limiti per le acque di scarico in corpi d'acqua superficiale, per quanto riguarda BOD₅, COD, concentrazione di solidi sospesi (TSM), di fosforo totale e di azoto totale. Sono indicati anche i limiti nella concentrazione di ossigeno disciolto per le acque destinate alla vita dei molluschi e le concentrazioni di cromo totale, di piombo e suoi composti e di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nelle acque superficiali e per quelle destinate alla produzione di acqua potabile, nel caso del piombo al DL n. 31/2001. Il DL n. 152/2006 inserisce Cu, Zn e i policlorobifenili tra i parametri aggiuntivi da monitorare nelle acque superficiali senza definire il limite di riferimento. Nel caso specifico la concentrazione di idrocarburi totali varia, in superficie, da 42 mg l⁻¹ (27 febbraio nella stazione C) a 530 mg l⁻¹ (22 febbraio nella stazione B) e sembra essere sostenuta completamente dalla frazione costituita da idrocarburi pesanti. Gli IPA risultano prossimi alla concentrazione di 0.2 mg l⁻¹ soltanto in superficie nelle due stazioni in oggetto il 25 febbraio, in concomitanza con un decremento della salinità e quindi un presunto apporto di acque dolci. All'interno delle barriere di contenimento la concentrazione si mantiene costante. I policlorobifenili (PCB) e i policlorotrifenili sono sempre e dovunque al di sotto dei limiti di rilevanza del metodo. Per quanto riguarda i metalli, le concentrazioni di Pb sono ben al di sotto dei limiti non superando mai la concentrazione di 5 mg l⁻¹. Anche le concentrazioni di Cr sono molto basse e soltanto il 27 febbraio nelle acque superficiali della stazione B raggiungono il valore massimo di 16 mg l⁻¹, molto inferiore ai limiti. La concentrazione di Cu è quasi sempre inferiore al limite di significatività del metodo e sempre in coincidenza con la bassa salinità. Le concentrazioni di Zn sono comprese tra 1 mg l⁻¹ e 40 mg l⁻¹, valori rilevati in febbraio, in superficie nella stazione B. Il Mn è presente in concentrazioni variabili tra 2 e 8 mg l⁻¹ mentre il Fe varia tra 12 e 50 mg l⁻¹. Spesso in aree portuali si ritrovano elevate concentrazioni di Fe; i valori all'interno della barriera antinquinamento, nella stazione B, sono generalmente elevati nel caso del Fe e dello Zn e dello stesso ordine di grandezza per il Mn, Cu, Cr e Pb. Tutti gli inquinanti considerati risultano più concentrati in superficie rispetto al fondo e soltanto il 27 febbraio le concentrazioni di Fe al fondo sono risultate più elevate rispetto a quelle superficiali in tutte le stazioni monitorate. Questo incremento al fondo si è mantenuto, nella stazione B, fino al 29 febbraio. I macrodescrittori dello stato ambientale (ossigeno disciolto, solidi sospesi, particolato organico, BOD₅ e COD) non hanno evidenziato situazioni di particolare criticità e i valori sono rientrati nell'intervallo di variabilità relativo al periodo ed al Golfo di Trieste. Soltanto la

concentrazione di solidi sospesi (TSM) misurata al fondo della stazione C il giorno successivo all'attracco della nave ha superato di poco i limiti previsti dal DL n. 152 del 3 aprile 2006 per le acque di scarico in corpi d'acqua superficiali. Anche la determinazione del COD, ha confermato che le concentrazioni di sostanza organica erano, in superficie, paragonabili a quelle generalmente presenti nelle acque del Golfo di Trieste nel periodo primaverile-estivo mentre al fondo i valori erano più simili a quelli che normalmente caratterizzano il periodo invernale. La concentrazione di clorofilla *a*, indice di biomassa fitoplanctonica, ha raggiunto valori mediamente superiori a quelli rilevati in aree costiere del Golfo nello stesso periodo di campionamento attribuibili a una maggiore trofia all'interno del sistema portuale (Lipizer *et al.*, 2012). Differenze significative hanno riguardato il cambiamento della struttura e dell'attività della comunità batterica tra prima e dopo l'attracco del traghetto. Nei giorni immediatamente successivi all'arrivo del relitto in banchina, la produzione batterica è aumentata di un ordine di grandezza nella stazione C e di 2 ordini nella stazione prossima al traghetto. Progressivamente i tassi di incorporazione di molecole organiche sono diminuiti per riallinearsi con quelli del sito di controllo. Soltanto nelle acque superficiali della stazione prossima al traghetto, la comunità microbica ha mantenuto una produzione molto elevata. La spinta attività ha determinato un notevole incremento di biomassa picoplanctonica come evidenziato dall'osservazione della distribuzione delle abbondanze batteriche. Prima dell'arrivo del traghetto la comunità batterica era prevalentemente orientata alla degradazione delle proteine: l'enzima aminopeptidasi (AMA) esplicava, infatti, una velocità idrolitica superiore di un ordine di grandezza rispetto agli altri enzimi testati. Intense erano anche le attività lipasica e glucosidasi, rivolte rispettivamente alla degradazione di lipidi e zuccheri. Immediatamente dopo l'arrivo della nave le attività degradative sono aumentate enormemente, in particolare la lipasi, l'AMA e la fosfatasi alcalina (APA) suggerendo la presenza di un substrato ad elevato peso molecolare ma scarsamente costituito da composti provenienti dall'essudazione fitoplanctonica poiché la glucosidasi non è aumentata. È noto, infatti, che i composti rilasciati dalle cellule algali sono ricchi di polisaccaridi. Dopo l'arrivo della nave è aumentata la concentrazione di solidi sospesi e di sostanza organica particellata, substrato ideale alla crescita dei microrganismi. Già a partire dal 25 febbraio l'attività degradativa ha iniziato una progressiva diminuzione. Le abbondanze dei batteri coltivabili su piastra (Plate Count Agar 0,9% NaCl e Marine Agar) non sono variate in modo significativo risultando più elevate in superficie durante tutto il periodo di monitoraggio. Le stime dei batteri idrocarburoclastici, ovvero in grado di utilizzare idrocarburi come fonte di C, sono risultate rilevanti nelle acque superficiali ma non influenzate dall'ormeggio della nave. Oltre ad un popolamento picoplanctonico abbondante e molto attivo, anche la comunità nanoplanctonica è risultata abbondante, particolarmente nelle acque prossime al fondo. A questa classe dimensionale appartengono anche i principali predatori dei batteri, frazione eterotrofa costituita prevalentemente da batterivori e da organismi che adottano altre strategie alimentari. L'incremento delle abbondanze dei predatori, più lento rispetto a quello delle prede, potrebbe aver rappresentato un controllo efficace sullo sviluppo del popolamento picoplanctonico. La frazione autotrofa, decisamente più abbondante di quella eterotrofa, è risultata più rappresentata nelle acque prossime al fondo e la densità è aumentata nel tempo confermando quanto rilevato dalle analisi della clorofilla circa un incremento della biomassa fitoplanctonica. La comunità del fitoplancton ha presentato una struttura dominata da diatomee tipiche del periodo e da un'anticipata e moderata presenza della dinoficea *Prorocentrum minimum* e di criptoficee. La diversità specifica osservata comprendeva taxa già riscontrati nella comunità costiera del golfo di Trieste (Cabrini *et al.*, 2012). Il popolamento microzooplanctonico non

sembrava aver subito conseguenze evidenti in relazione all'arrivo del traghetto. Le abbondanze pur variando, non hanno indicato sostanziali differenze tra le stazioni e nella breve scala temporale analizzata. Il mesozooplancton risulta composto per il 95% da copepodi, la restante parte da altri metazoi quali i Chetognati con il genere *Sagitta* spp. specie tollerabile, predatore carnivoro che ben si adatta alle condizioni portuali.

Conclusioni - L'ormeggio del relitto della nave bruciata non ha rappresentato una condizione a rischio per l'ecosistema marino né ha compromesso le attività portuali con conseguenti ripercussioni per i diversi settori economici. I macrodescrittori dello stato ambientale (ossigeno disciolto, solidi sospesi, BOD₅ e COD) non hanno evidenziato situazioni di criticità. Dall'analisi della composizione del plancton non sono state messe in risalto situazioni di forte alterazione della trofia del sistema che, rispetto alle aree costiere del Golfo di Trieste, è sembrata lievemente più elevata. La biodiversità della comunità planctonica è risultata confrontabile con quella del Golfo di Trieste mantenendo la stessa dinamica temporale legata alla stagionalità. Le consistenti variazioni a breve termine delle attività duplicative e degradative a carico della componente procariotica eterotrofa sono risultati attribuibili all'aumento del particolato sospeso determinato dall'arrivo del relitto. Il ruolo della componente procariotica si conferma determinante nella valutazione dell'impatto di un'improvvisa perturbazione nonostante non sia prevista l'analisi nella direttiva della Strategia Marina.

Bibliografia

- CABRINI M., FORNASARO D., COSSARINI G., LIPIZER M., VIRGILIO D. (2012) - Phytoplankton temporal changes in a coastal northern Adriatic site during the last 25 years. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **115**: 113-124.
- LIPIZER M., DE VITTOR C., FALCONI C., COMICI C., TAMBERLICH F., GIANI M. (2012) - Effects of intense physical and biological forcing factors on CNP pools in coastal waters (Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea). *Estuar. Coast. Shelf S.*, **115**: 40-50.
- SOCAL G., BUTTINO I., CABRINI M., MANGONI O., PENNA A., TOTTI C. (eds) (2010) - Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 623 pp.

P. DEL NEGRO, M. MONTI, A. BERAN, C. DE VITTOR,
M. CELUSSI, S. LIBRALATO, G. COSSARINI, C. SOLIDORO

OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale), Sezione Oceanografia,
Via A. Piccard, 54 - 34151 Trieste, Italia.
pdelnegro@ogs.trieste.it

L'INESAURIBILE DISPONIBILITÀ DI PLANCTON PER LA MITILICOLTURA DEL GOLFO DI TRIESTE

PLANKTON AS INEXHAUSTIBLE RESOURCE FOR THE MUSSEL FARMS OF THE GULF OF TRIESTE

Abstract - Data on plankton composition and stomach contents of the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819 collected from three sites of the Gulf of Trieste (Adriatic Sea) from February 2008 to January 2010 were described. Water samples were collected monthly to study the water characteristic and the plankton community. The feeding activity of the mussel confirms the role of phytoplankton organisms as important food source directly accessible them and not limiting their growth in the Gulf of Trieste.

Key-words: plankton, microalgae, mussels, Adriatic Sea.

Introduzione - La crescita blu, concetto introdotto nel 2012 con il documento europeo *Blue Growth Strategy* (COM(2012) 494) come implementazione della *Integrated Maritime Policy*, riconosce i mari e gli oceani come motori dell'economia europea, evidenziando le loro potenzialità per l'innovazione e per la crescita intelligente, sostenibile e inclusiva. Le misure prioritarie della strategia sono state identificate nell'implementazione delle conoscenze oceanografiche, per migliorare la comprensione degli ecosistemi marini e poter assicurare una sostenibile e razionale fruizione delle risorse marine. La conoscenza scientifica dello stato delle risorse, della loro capacità di rinnovamento, delle loro relazioni con l'ambiente e la valutazione delle metodologie di sfruttamento delle risorse stesse rappresentano i prerequisiti per definire una corretta modalità di fruizione delle stesse. Il plancton viene difficilmente recepito come una risorsa per il suo indiretto utilizzo da parte dell'uomo. La risorsa, infatti, è qualunque bene esistente in natura utilizzabile dall'uomo. Il plancton, però, rappresenta la base della rete alimentare marina e quindi sostiene, direttamente o indirettamente, quelle che vengono definite come risorse alimentari: molluschi, crostacei, pesci. Scopo del presente lavoro è valutare il ruolo svolto dal plancton nel sostenere lo sviluppo della mitilicoltura nel Golfo di Trieste. È evidente che le attività di mitilicoltura possono influenzare il sistema pelagico ma il modo in cui questo avviene è ancora piuttosto controverso (La Rosa *et al.*, 2002; Lindhal *et al.*, 2005; Forrest *et al.*, 2009). Da un lato sembra prevalere l'effetto di arricchimento in sostanza organica disciolta della colonna d'acqua, in particolare di composti azotati, con il rischio di indurre fenomeni eutrofici. Viceversa, grazie all'elevato tasso di filtrazione e di consumo di biomassa planctonica da parte dei molluschi, gli allevamenti sembrano contrastare l'eutrofizzazione degli ambienti costieri. In ambienti mesotrofici ed oligotrofici, come il Golfo di Trieste, l'elevato tasso di filtrazione delle migliaia di bivalvi allevati potrebbe esercitare un controllo sulla risorsa plancton (Dame, 1993) determinando un progressivo depauperamento delle acque e una conseguente diminuzione della produttività dell'ecosistema, anche a danno di altre forme di sfruttamento delle risorse del mare.

Materiali e metodi - Da febbraio 2008 a gennaio 2010 sono stati studiati 3 siti del Golfo di Trieste (Muggia, Santa Croce, Panzano) caratterizzati dalla presenza

di allevamenti di *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819 in mono e bi-ventia. Mensilmente in due stazioni per sito, posizionate all'interno e all'esterno dei filari, sono state rilevate le caratteristiche fisiche e biochimiche (nutrienti inorganici disciolti, C e N organico disciolto, P particellato, particellato organico e totale) della colonna d'acqua ed è stata studiata la composizione dimensionale e funzionale del popolamento planctonico (pico-, nano-, microplancton autotrofo ed eterotrofo). Con il test T di Student sono state evidenziate le differenze statisticamente significative tra le stazioni esterne e quelle interne agli allevamenti. Per verificare le preferenze alimentari dei molluschi, la composizione della comunità planctonica presente in acqua è stata confrontata con i contenuti stomacali di circa 30 individui adulti prelevati in ognuna delle 3 aree considerate. Per valutare la selettività delle prede è stato utilizzato l'indice di elettività di Jacobs (1974). Tutte le metodiche di campionamento e di analisi sono descritte nel Manuale "Metodologie di studio del plancton marino" (Socal *et al.*, 2010).

Risultati - L'analisi delle caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua ha permesso di escludere differenze tra i siti interni ed esterni alle mitilocolture dovute alla presenza di masse d'acqua diverse, che avrebbero impedito di distinguere l'effetto della mitilicoltura da quello dovuto a variazioni determinate dall'idrologia. I dati sperimentali non evidenziano, generalmente, differenze statisticamente significative nelle caratteristiche biogeochimiche della colonna d'acqua tra la stazione interna ai filari e quella esterna. Infatti, nelle tre aree, per quanto diverse dal punto di vista ambientale, non si riscontrano riduzioni nella concentrazione di nutrienti (es. concentrazione di NH_4 compresa tra $1,10 \pm 0,64$ e $1,35 \pm 0,64$ μM) né variazioni significative di concentrazione e ripartizione di sostanza organica disciolta e particellata (DOC compreso tra $92,29 \pm 11,21$ e $99,84 \pm 16,60$ μM e POC compreso tra $17,91 \pm 8,33$ e $24,60 \pm 11,87$ μM). A livello di popolamenti planctonici è stata riconosciuta l'influenza degli allevamenti di mitili. La frazione picoplanctonica eterotrofa è risultata più abbondante nelle stazioni esterne agli allevamenti, facendo ipotizzare un ruolo attivo dei molluschi nell'abbattimento del carico microbico. È possibile, peraltro, che le maggiori abbondanze siano il risultato di una minor predazione esercitata sul picoplancton dai suoi predatori che, appartenendo ad una classe dimensionale superiore, vengono sottratti consistentemente dalla filtrazione operata dai molluschi. Considerando l'insieme di tutte le classi dimensionali (abbondanze totali e biomasse totali) appare che anche la densità fitoplanctonica sia più bassa all'interno dei siti adibiti alla mitilicoltura che all'esterno. In particolare, sebbene i valori totali riferiti a tutti gli organismi indistinti non siano dissimili, risultano significative le differenze tra le classi dimensionali 20-100 μm (sia in abbondanza che in biomassa), 2-20 μm (solo abbondanza), <2 μm (solo biomasse) e molto poco significativa la classe >100 μm (abbondanza) (Tab. 1). La differenza risulta ancora più evidente discriminando, all'interno delle classi dimensionali, gli individui certamente predati, quelli che vengono ritrovati negli stomaci dei molluschi. La classe dimensionale più piccola, <2 μm , non può essere considerata poiché raggruppa organismi non riconoscibili all'interno degli stomaci. Il quadro d'insieme indica una rimozione statisticamente significativa degli organismi selezionati attivamente che appartengono prevalentemente ai seguenti gruppi tassonomici: bacillarioficee, coccolitoficee, dinoficee autotrofe ed eterotrofe, tintinnidi e micrometazoi. Sono stati osservati anche alcuni organismi appartenenti a dictiocoficee, ebrifoficee, foraminiferi e prasinoficee.

Conclusioni - L'attività di mitilicoltura nel Golfo di Trieste provoca un impatto modesto sulle caratteristiche biogeochimiche della colonna d'acqua. Per quanto riguarda l'impatto dei mitili sul comparto planctonico si può asserire che non

esercitano una forte sottrazione di biomassa ma inducono una modificazione nella struttura della comunità. La composizione dei contenuti stomacali dei molluschi ha evidenziato una selezione delle prede da parte dei mitili la cui dieta è risultata molto varia, comprendendo uno spettro di organismi molto ampio sia in termini qualitativi che dimensionali. L'uso della risorsa plancton da parte dei molluschi risulta modesto probabilmente perché nell'area considerata l'apporto alloctono di materiale organico particellato soddisfa le loro esigenze nutrizionali (Solidoro *et al.*, 2010).

Tab. 1 - Test statistico (t test a coppie) sulle differenze tra la stazione interna e quella esterna per le diverse classi dimensionali di organismi. Il test è stato eseguito considerando anche gli organismi di diverse classi dimensionali evidenziati negli stomaci. Valori positivi indicano concentrazioni esterne maggiori delle interne e viceversa. Le differenze sono statisticamente significative per valori superiori a 1,2.

Statistical analysis (t test for paired samples) to evaluate the difference between stations located inside and outside of three mussel farms in the Gulf of Trieste. The abundance and biomass of different size classes were evaluated with particular focus on abundance and biomass of mussels selected preys. Values higher than 1.2 are statistically significant.

SINTESI	classi	Abbondanze	Biomasse
tutti	tutte le classi	-0,42	0,87
	< 2 mm	-0,42	2,02
	2-20 mm	2,49	0,47
	20-100 mm	1,95	1,55
	> 100 mm	1,03	0,32
predati	tutte le classi	1,64	1,15
	< 2 mm		
	2-20 mm	1,45	0,61
	20-100 mm	1,82	2,26
	> 100 mm	1,37	1,34

Bibliografia

- DAME R.F. (1993) - The role of bivalve filter feeder material fluxes in estuarine ecosystems. *NATO ASI Ser.*, **33**: 245-269.
- FORREST B.M., KEELEY N.B., HOPKINS G.A., WEBB S.C., CLEMENT D.M. (2009) - Bivalve aquaculture in estuaries: Review and synthesis of oyster cultivation effects. *Aquaculture*, **298**: 1-15.
- JACOBS J. (1974) - Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, **14**: 413-417.
- LA ROSA T., MIRTO S., FAVALORO E., SAVONA B., SARÀ G., DANOVARO R., MAZZOLA A. (2002) - Impact on the water column biogeochemistry of a Mediterranean mussel and fish farm. *Water Res.*, **36**: 713-721.
- LINDAHL O., HART R., HERNROTH B., KOLLBERG S., LOO L-O., OLROG L., REHNSTAM-HOLM A-S., SVENSSON J., SVENSSON S., SYVERSEN U. (2005) - Improving Marine Water Quality by Mussel Farming: A Profitable Solution for Swedish Society. *Ambio*, **34** (2): 131-138.
- SOCAL G., BUTTINO I., CABRINI M., MANGONI O., PENNA A., TOTTI C. (eds) (2010) - Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 623 pp.
- SOLIDORO C., DEL NEGRO P., LIBRALATO S., MELAKU CANU D. (eds) (2010) - *Sostenibilità della mitilicoltura triestina*. OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale): 88 pp.

M. FRANCAVILLA^{1,2}, M. FRANCHI², M. MONTELEONE¹, C. CAROPPO³

¹STAR-Agroenergy Research Group, University of Foggia, Via Gramsci, 89/91 – 71121 Foggia, Italy.

²National Research Council, Institute of Marine Science, Via Pola, 4 – 71010 Lesina, Italy.
matteo.francavilla@unifg.it

³National Research Council, Institute for Coastal Marine Environment, Via Roma, 3 – 74121 Taranto, Italy.

**MICROALGAE BIOREFINERY APPROACH:
RESULTS AND PERSPECTIVES
FOR *DUNALIELLA TERTIOLECTA* BUTCHER, 1959
*APPROCCIO ALLA BIORAFFINERIA MICROALGALE:
RISULTATI E PROSPETTIVE
PER *DUNALIELLA TERTIOLECTA* BUTCHER, 1959***

Abstract - Algal biotechnology has made major advances in the last decades, and several microalgae are currently cultivated for the production of omega-3 fatty acids, fertilizers, plastics, recombinant proteins, pigments, and biofuels. To make industrial production of microalgae competitive, the “biorefinery” approach could be considered. A biorefinery is a facility that integrates biomass conversion processes and equipment to produce fuel, power, and value-added chemicals (e.g. nutraceutical) from biomass. The planktonic species *Dunaliella tertiolecta* Butcher, 1959 (Chlorophyceae) has already several commercial applications (e.g. aquaculture, β -carotene production). In this paper we present both a potentially novel application of this planktonic species as a competitive source of phytosterols (new interesting bioactive compounds) and perspectives concerning the use of *D. tertiolecta* in a biorefinery.

Key-words: bioactivity, bioeconomy, biorefinery, microalgae, *Dunaliella tertiolecta*.

Introduction - Renewable and sustainable biofuels are needed to displace fossil-based fuels such as petroleum that contribute to global warming (Mata *et al.*, 2010). Recently, interest has grown in using oleaginous microalgae as a non edible feedstock for several different types of renewable fuels such as biodiesel, methane, hydrogen, ethanol among others (Mata *et al.*, 2010). Algae produce more oil, consume less space, and can be grown on land unsuitable for agriculture compared to other biodiesel feedstocks such as rapeseed, oil palm or soybean crops (Chisti, 2007). However, biodiesel production from algae is not cost effective. The major drawbacks that limit the industrial development of microalgae biofuels production have been identified in costs related to plant construction (open ponds or closed photobioreactors), biomass and lipids productivity, harvesting and biomass conversion (Chisti, 2007; Delrue *et al.*, 2012). To compete with fossil fuels or other renewable energy sources, algae biomass production systems need to produce feedstock material for \$250 ton⁻¹, while current advanced production system costs can be as high as \$3000-4000 ton⁻¹ (Chisti, 2007). Increasing the scale of production can provide economy of scale and reduce costs; however it is clear that work is needed on simplifying and reducing cost of algae production systems (Singh *et al.*, 2011). Microalgae could be considered a multisource resource, in fact they are able to fix CO₂ 10-100 times more efficiently than higher plants and produce a diverse variety of biomolecules such as omega-3 fatty acids, fertilizers, plastics, recombinant proteins, and pigments (Pienkos and Darzins, 2009). By considering the possible multiple use of microalgae, they represent a perfect candidate feedstock for a “biorefinery” concept. A biorefinery is a facility that integrates biomass conversion processes and equipment to produce fuel, power, and value-added chemicals from biomass, a concept analogous to today’s petroleum refineries, which produce multiple fuels and products from crude petroleum (Taylor, 2008). By producing multiple products, a biorefinery takes advantage of the various components of biomass raw

material and their intermediates, therefore maximizing the value derived from the biomass feedstock. A biorefinery could, for example, produce one or several low-volume but high-value chemical or nutraceutical products and a low-value, but high-volume liquid transportation fuel such as biodiesel or bioethanol. Biomass-based routes will have a significant impact on the “bioeconomy”, term which is frequently used referring to a broad range of activities in different productive sectors whose common goal is the sustainable use of renewable biological resources to obtain a large variety of end-products. *Dunaliella* spp. (Chlorophyceae) have already several commercial applications. They are grown as a food source in aquaculture. They are also cultivated at industrial scale for β -carotene production. *Dunaliella* spp., indeed, can produce β -carotene up to 14% of its dry weight under conditions of high salinity, light and temperature, as well as nutrient limitation (Raja *et al.*, 2007). Moreover, *Dunaliella tertiolecta* Butcher, 1959 has been found a good strain for biodiesel production (lipid productivity: $2.6 \text{ mg L}^{-1} \text{ h}^{-1}$) and for carbon dioxide sequestration (maximum rate of carbon dioxide removal: $14.8 \text{ mg L}^{-1} \text{ min}^{-1}$) (Francisco *et al.*, 2010). In this work we give an overview of researches already done and then focus on using *Dunaliella tertiolecta* as a multiproduct source in a biorefinery approach (Fig. 1). In particular, these researches propose a potentially novel application of planktonic species *Dunaliella tertiolecta* as a competitive source of new interesting bioactive compounds: the phytosterols. Moreover, new perspectives concerning the use of *Dunaliella* biomass in a biorefinery are presented.

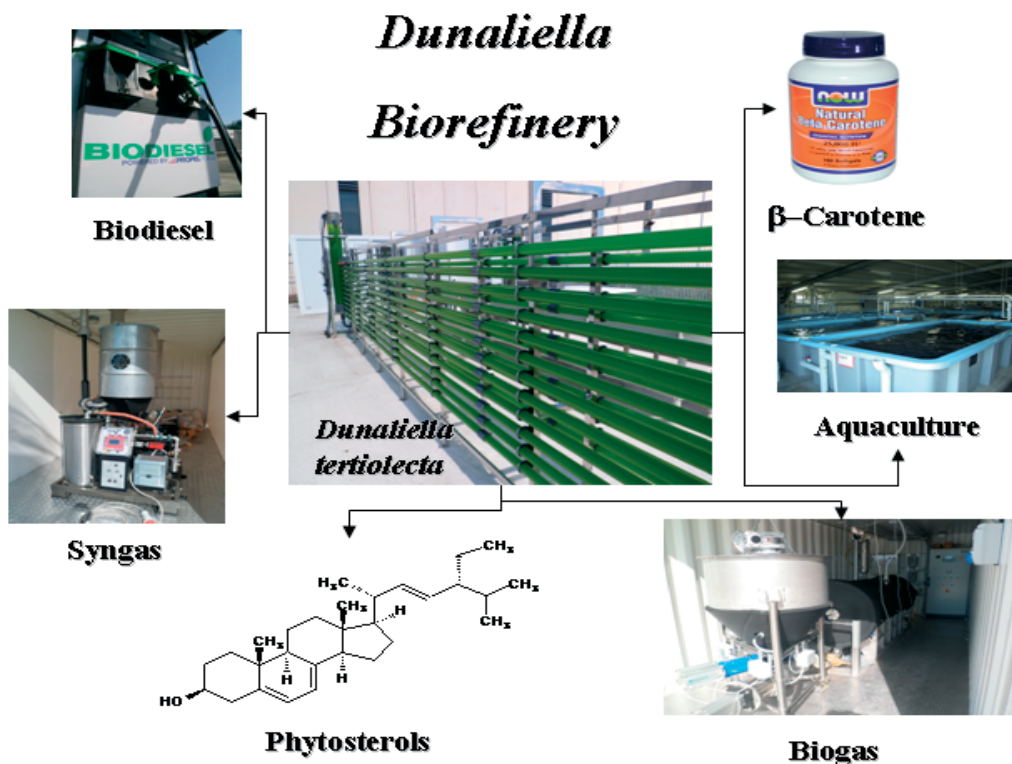


Fig. 1 - *Dunaliella tertiolecta* biorefinery scheme.

Schema di una bioraffineria di Dunaliella tertiolecta.

Materials and methods - The monoxenic strain of *Dunaliella tertiolecta* isolated from marine environment (Gulf of Manfredonia) and maintained in culture by a local algal strains bank (CNR-ISMAR, Lesina) was grown in 1L flasks containing Walne's medium. Cultures were grown at constant temperature (20 ± 0.5 °C), under artificial light with intensity of $150 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ and light periodicity of 12/12 light/darkness. Cultures were under air continuous bubbling agitation (1 L min^{-1}) with a CO_2 concentration of 1% v/v. At the end of the logarithmic growth phase (approximately 7-10 days), *D. tertiolecta* was collected in a pyrex glass container and centrifuged at 4500 rpm for 10 minutes. The harvested biomass was washed with 0.5 M NaCl and distilled water to remove non-biological material, such as mineral salt precipitates, and finally freeze-dried and stored at -30 °C prior to lipid analysis. Lipids from the cell containing pellets were extracted according to Bligh and Dyer (1959). Total sterols were extracted and separated from *Dunaliella tertiolecta* as described by Francavilla *et al.* (2010). Briefly, total sterols from unsaponified material were isolated by preparative thin layer chromatography (TLC 20×20 cm, silica gel $60 \text{ \AA}$, layer thickness $500 \mu\text{m}$) developed in one dimension in n-hexane /ethyl acetate 8:2 (v/v). Silver Ion Flash Chromatography (Ag-FLC) was used for purification of ergosterol (22E,24R)-methylcholesta-5,7,22-trien-3 β -ol) and 7-dehydroporiferasterol ((22E,24R)-ethylcholesta-5,7,22-trien-3 β -ol) as described by Francavilla *et al.* (2012). Purified sterols fraction of *D. tertiolecta* were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. A Varian Saturn 2200 GC/MS/MS ion trap (Varian Analytical Instruments, Walnut Creek, CA) was used. Identification of sterols was based on the comparison of their retention times relative to authentic standards, mass spectra of authentic standards, and available spectra in NIST05 and Wiley 07 mass spectral libraries as described by Francavilla *et al.* (2010).

Results - Phytosterols (C_{28} and C_{29} sterols) are playing a key role in nutraceutic and pharmaceutical industries because they are precursors of some bioactive molecules (eg.: ergosterol is a precursor of Vitamin D_2 , also used for the production of cortisone and hormone flavone). Phytosterols have also some therapeutic applications to treat hypercholesterolemia. They possess anti-inflammatory and antiatherogenicity activity and may possess anti-cancer and anti-oxidative activities. In a first study on *Dunaliella tertiolecta* (Francavilla *et al.*, 2010), twelve sterols were identified by Gaschromatographic MS/MS analysis. The most abundant sterols were (22E,24R)-methylcholesta-5,7,22-trien-3 β -ol (ergosterol) and (22E,24R)-ethylcholesta-5,7,22-trien-3 β -ol (7-dehydroporiferasterol). The whole sterol fraction consisted mainly of phytosterols (C_{28} and C_{29} sterols). Moreover, interesting yields were achieved (1.3% of dry weight in *D. tertiolecta* at 0.6M NaCl). Following these intriguing results, a novel methodology to extract, separate and characterize *Dunaliella*-derived phytosterols was developed (Francavilla *et al.*, 2012). Flash Liquid Chromatography was used to separate the Total Sterol fraction (TS), composed of twelve sterols, with a purity of 97.87% and a recovery percentage of 98%. The “flash version” of Silver Ion Liquid Chromatography was used to purify the most abundant phytosterols in TS, ergosterol and 7-dehydroporiferasterol, with a purity of 97.4%. These two combined methods did not need sophisticated technologies but only cheap laboratory glassware. Moreover, the possibility of recovering and recycling the solvents used as eluents made it an “eco friendly” process. Interestingly, another result was achieved: a neuromodulatory action of *Dunaliella tertiolecta*-derived phytosterols was found in selective brain areas of rats (Francavilla *et al.*, 2012). In a further study, the mixture of ergosterol and 7-dehydroporiferasterol extracted and purified from *Dunaliella tertiolecta* was found to have a suppressive effect on cell proliferation, and a reduction of proinflammatory cytokines production (Caroprese

et al., 2012). Therefore they could be used to reduce immune reactions resulting from inflammatory diseases in sheep production systems, and could have innovative implications on the modulation of sheep immune system when used as feed supplements.

Conclusions - The results of our research activities are showing that the microalga *Dunaliella tertiolecta* can be a competitive source of new interesting bioactive compounds: the phytosterols. They can significantly contribute in increasing the value of *Dunaliella* biomass which can be cultivated to produce at the same time also other high added-value products including β -carotene and biodiesel as well as to reduce atmospheric CO₂ (CO₂ biomitigation) applying the conceptual model of biorefinery. Actually, new researches are going on in our research group concerning:

- the scale up of microalgae production in different kind of photobioreactors (tubular, riceway and columns);
- the set up of more ecofriendly extraction processes including Supercritical Fluids;
- the valorization of solid residue, after the extraction, for biofuel production by biochemical (Anaerobic Digestion) and thermochemical (Pyrolysis and Gasification) processes.

References

- BLIGH E.G., DYER W.J. (1959) - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Phys.*, **37**: 911-917.
- CAROPRESE M., ALBENZIO M., CILIBERTI M.G., FRANCAVILLA M., SEVI A. (2012) - A mix of phytosterols from *Dunaliella tertiolecta* affects proliferation of peripheral blood mononuclear cells and cytokine production in sheep. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, **150**: 27-35.
- CHISTI Y. (2007) - Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.*, **25**: 294-306.
- DEL RUE F., SETIER P.A., SAHUT C., COUNAC L., ROUBAUD A., PELTIER G., FROMENT A.K. (2012) - An economic, sustainability, and energetic model of biodiesel production from Microalgae. *Bioresour. Technol.*, **111**: 191-200.
- FRANCAVILLA M., COLAIANNA M., ZOTTI M., MORGESE M.G., TROTTA P., TUCCI P., SCHIAVONE S., TRABACE L. (2012) - Extraction, Characterization and *in vivo* Neuromodulatory Activity of Phytosterols from Microalga *Dunaliella tertiolecta*. *Curr. Med. Chem.*, **19** (18): 3058-3067.
- FRANCAVILLA M., TROTTA P., LUQUE R. (2010) - Phytosterols from *Dunaliella tertiolecta* and *Dunaliella salina*: A potentially novel industrial application. *Bioresour. Technol.*, **101**: 4144-4150.
- FRANCISCO E.C., NEVES D.B., JACOB-LOPES E., FRANCO T.T. (2010) - Microalgae as feedstock for biodiesel production: Carbon dioxide sequestration, lipid production and biofuel quality. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **85**: 395-403.
- MATA T.M., MARTINS A.A., CAETANO N.S. (2010) - Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **14**: 217-232.
- PIENKOS P.T., DARZINS A. (2009) - The promise and challenges of microalgal-derived biofuels. *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, **3-4**: 431-440.
- RAJA R., HEMAI SWARYA S., RENGASAMY R. (2007) - Exploitation of *Dunaliella* for β carotene production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **74**: 517-523.
- SINGH A., NIGAM P.S., MURPHY J.D. (2011) - Mechanism and challenges in commercialisation of algal biofuels. *Bioresour. Technol.*, **102**: 26-34.
- TAYLOR G. (2008) - Biofuels and the biorefinery concept. *Energy Policy*, **36** (12): 4406-4409.

Tema 2

SPECIE ALIENE: CASI DI STUDIO

A. OCCHIPINTI AMBROGI

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.
anna.occhipinti@unipv.it

UNA BREVE STORIA DEL GRUPPO SPECIE ALLOCTONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

AN HISTORICAL ACCOUNT OF THE ALLOCHTHONOUS SPECIES GROUP OF THE MARINE BIOLOGY SOCIETY OF ITALY

Abstract - The “Allochthonous Species Group” of the SIBM started in 1999 and has regularly convened since then, assuring the Italian contribution to the ICES Working Group on Introduction and Transfer of Marine Organisms. The database of non-indigenous species along the Italian coasts has been regularly updated thanks to the contributions of several marine biology centres, allowing the group to achieve a remarkable advancement of knowledge on biological invasions in our country. A SWOT analysis of the Italian scientific and applied knowledge on marine non-indigenous species is reported, having in mind the strategic importance of the Italian peninsula at the crossroads of Western and Eastern basins of the Mediterranean.

Key-words: marine non-indigenous species, ICES National Report on introduced species, Mediterranean Sea, Italian database.

Introduzione - Il “Gruppo Specie Alloctone” della Società Italiana di Biologia Marina è stato istituito nel 1999, su suggerimento dell’allora Presidente Prof. Giulio Relini, in analogia con le iniziative internazionali che andavano sorgendo all’epoca sull’argomento.

Il Gruppo si è da allora affiancato ai comitati tradizionalmente operanti nella SIBM (Benthos, Plancton, Necton e Pesca, Acquacoltura, Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera) ed ha costantemente dato notizia del proprio contributo allo studio della biologia marina nel nostro Paese in occasione dei Congressi annuali della Società.

Infatti l’obiettivo posto al Gruppo è stato di coordinare e stimolare le attività dei biologi marini che, nel corso delle proprie ricerche nei mari italiani, con sempre maggior frequenza hanno riscontrato nuove presenze di specie non-indigene (NIS) e variazioni di struttura e funzioni degli ambienti dove tali specie stabilivano importanti popolazioni.

Anna Occhipinti Ambrogi ha ricoperto il ruolo di coordinatore del Gruppo fin dalla sua istituzione, ha mantenuto un costante collegamento con la Presidenza della SIBM e si è avvalsa della rete di contatti stabilita con i soci attivi nel settore.

Tra i compiti principali che hanno caratterizzato con continuità la fisionomia del gruppo va senza dubbio citato il contributo italiano al Working Group sulle Introduzioni e Trasferimenti di Organismi Marini (WGITMO) facente capo all’International Council for the Exploration of the Sea (ICES).

Il coordinatore ha preso parte per la prima volta ad una riunione di questo gruppo internazionale, tenutasi a Parnu in Estonia nel marzo 2000. Da allora, attraverso questo canale e ai contatti stabiliti in quella sede, il contributo della scuola italiana di biologia marina è stato via via sempre più apprezzato dalla comunità scientifica mondiale.

Pur scontando il fatto di dover partecipare con lo status di “osservatore”, dato che l’Italia non fa ufficialmente parte di ICES, l’apporto italiano ha acquisito un ruolo non marginale nel contesto, prevalentemente nord atlantico, di questo organismo.

In realtà la nostra tradizione è ricca di studi e competenze tassonomiche di rilievo,

unite a una brillante serie di contributi sull'ecologia marina e a un forte interesse alla biogeografia. Una volta acquisito il metodo e le modalità del WGITMO, da parte italiana si è dato risalto ad una serie di stimoli e di informazioni di assoluto interesse. Nel contempo, l'evoluzione delle tematiche legate alle invasioni biologiche in mare ha conosciuto un grande sviluppo a livello globale, a partire dai lavori dello statunitense Jim Carlton (1985, 1989), il quale ha fondato le basi per la moderna ricerca su questa tematica, sia dal punto di vista teorico, sia gestionale. L'interesse applicativo, incentrato sulla prevenzione del rischio che deriva dalle attività economiche umane, in particolare acquacoltura e navigazione (Ruiz *et al.*, 2000; Gollasch, 2006; Minchin, 2007), ha poi trovato espressione normativa e organizzativa sia nelle convenzioni internazionali (International Maritime Organization - IMO, 2004; IMO-MEPC, 2011, 2012) sia nella legislazione, in particolare europea (Strategia Marina, EC, 2008). Recentemente, in tema di cambiamenti dell'ambiente globale, si è riconosciuta la necessità di inquadrare il tema delle invasioni biologiche nel contesto dei cambiamenti climatici (Occhipinti-Ambrogi, 2007; Pederson *et al.*, 2011). Per lo sviluppo di questa importante tematica saranno sicuramente utili gli approcci funzionali, come illustrato dal lavoro di Sarà e Montalto (2014) che tratta di Dynamic Energy Budget, in questo stesso volume.

In tema di tradizioni culturali italiane, non possiamo non citare il lavoro pionieristico di C.F. Sacchi sulle specie non-indigene della laguna di Venezia (Sacchi, 1983) e quelli di una nutrita schiera di allievi e collaboratori (Morri, 1982; Morri *et al.*, 1982; Forniz e Sconfietti, 1983; d'Hondt e Occhipinti-Ambrogi, 1985; Sacchi *et al.*, 1990; Sacchi e Occhipinti-Ambrogi, 1992; Occhipinti-Ambrogi, 2000; Sconfietti *et al.*, 2005).

Tra i soci del Gruppo, si sono dimostrati assai attivi i colleghi di alcuni Istituti che hanno sviluppato particolari competenze a Genova (Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita), Venezia (Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatiche e Statistiche), Pisa (Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente), Napoli (Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Gruppo di Ecologia del Benthos), Lecce (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali), Catania (Dipartimento di Botanica), Sassari (Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche), Bologna (Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale e Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali in Ravenna), Taranto (Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - IAMC, CNR), Bari (Dipartimento di Biologia) e l'ISPRA con le sue sedi di Palermo, Roma, Chioggia.

La funzione del "Gruppo Specie Alloctone" è stata quindi quella di recepire ed applicare correttamente al contesto italiano le principali tendenze che si andavano affermando, grazie ad una partecipazione a iniziative, quali la predisposizione della seconda versione del Code of Practice (ICES, 2005), nonché di far conoscere ed apprezzare al di fuori dei confini nazionali quanto elaborato dai nostri laboratori.

Nel presente lavoro intendiamo fornire una descrizione del metodo di lavoro adottato e riassumere alcune considerazioni sullo stato delle conoscenze nel nostro Paese, in relazione alle linee di tendenza della letteratura scientifica e della pratica gestionale internazionale.

Materiali e metodi - È stata portata avanti negli anni una sistematica ricognizione delle indagini svolte lungo le coste italiane ed operata una raccolta dei dati oggetto di pubblicazione, che sono stati messi volontariamente a disposizione dai Soci aderenti al Gruppo. Sono state censite, secondo gli standard internazionali, le segnalazioni di specie non-indigene e registrate le notizie sulla loro espansione nei mari italiani. La raccolta dei dati si è sviluppata negli anni organizzando gli stessi secondo le raccomandazioni dell'ICES (Tab. 1).

Tab. 1 - Capitoli previsti per la redazione dei national reports del Working Group of Introduction and Transfer of Marine Organisms (WGITMO) dell'ICES.

Chapters of national reports prepared by Countries participating in the ICES Working Group of Introduction and Transfer of Marine Organisms (WGITMO).

GUIDELINES FOR PREPARATION OF NATIONAL REPORTS	
HIGHLIGHTS	
1.0 REGULATIONS	
2.0 INTENTIONAL INTRODUCTIONS	
3.0 UNINTENTIONAL INTRODUCTIONS	
	new sightings
	previous sightings
4.0 PATHOGENS	
5.0 MEETINGS	
	past year
	future meetings
6.0 REFERENCES & BIBLIOGRAPHY	

I capitoli dei National Reports del WGITMO di ICES (si veda la pagina introduttiva di uno di essi in Fig. 1; ICES, 2012), predisposti annualmente e circolati ai soci SIBM, comprendono una parte gestionale sulla legislazione e sulle iniziative

ICES WGITMO REPORT 2012	
3.11 Italy⁶	
Prepared by Anna Occhipinti-Ambrogi, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, Italy.	
With assistance of:	
Bello Giambattista (Bari)	
Caronni Sarah (Pavia)	
Cecere Ester (Taranto)	
⁶ Note: This report is the outcome of a special working group of the Italian Marine Biology Society (SIBM) on a voluntary basis. It does not reflect an official position or knowledge of the relevant Italian Government bodies. It has been prepared according with the guidelines for ICES WGITMO National Reports; it updates the Italian status of 2011.	

Fig. 1 - Intestazione del National Report Italiano del 2012 pubblicato sul sito ICES.

Heading of 2012 Italian National Report published on ICES website.

commerciali di introduzione di specie, una parte scientifica, relativa alle nuove segnalazioni e alla diffusione delle specie già segnalate, una parte organizzativa, sui progetti di ricerca, i convegni e le iniziative di diffusione, nonché la bibliografia relativa.

Particolare cura è stata posta nell'utilizzo di una terminologia condivisa, con particolare riferimento alla definizione delle specie non-indigene (NIS; sinonimi: aliene, esotiche, non-native, alloctone) (Occhipinti-Ambrogi e Galil, 2004; Olenin *et al.*, 2010) distinguendo i casi di espansione di areale (range extension) non legati alle attività antropiche, relativi soprattutto a specie ittiche come ad esempio *Seriola fasciata* (Bloch, 1793), *Seriola carpenteri* Mather, 1971, *Sphoeroides marmoratus* (Lowe, 1838) e *S. pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) e delle specie per le quali l'origine alloctona non può essere adeguatamente inferita (cryptogenic nell'accezione di Carlton, 1996). Tra queste ultime sono annoverate le specie *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) e *A. improvisus* (Darwin, 1854) (Carlton *et al.*, 2011).

L'analisi di dati complessi è necessaria per un aggiornamento continuo delle conoscenze sulla lista delle specie, come rivelato da alcuni casi, esclusi dalla lista in quanto ritenute specie pseudo-indigene (Carlton, 2009). Si tratta di specie ridescritte come nuove nella regione di introduzione, sebbene già descritte nell'areale di origine, ad es. il serpulide *Hydroides elegans* (Haswell, 1883), descritto da Lo Bianco 1893 come *Hydroides pectinata*. Altri casi possono comprendere: 1) specie descritte come nuove nella regione di introduzione e di cui successivamente è stato individuato l'areale nativo, tra queste è stato ad esempio segnalato il briozoo *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822), descritto a Napoli dal 1822, ma che potrebbe avere origine caraibica (Galil e Gevili, 2014); 2) specie descritte come nuove nella regione di introduzione e non ritrovate altrove, come ad esempio *Botrylloides pizoni* sp. nov. (Brunetti & Mastrototaro, 2012); 3) specie erroneamente identificate e attribuite a specie native già note, come *Heterosiphonia japonica* Yendo, 1920, confusa con *Dasyopsis spinella* (C. Agardh) Zanardini, 1843 (Sfriso e Curiel, 2007) e l'isopode *Paranthura japonica* Richardson, 1909, confuso per anni con la nativa *Anthura gracilis* (Montagu, 1808), ma di origine Pacifica (Marchini *et al.*, 2014).

Sono state registrate le date di introduzione, attribuendo la data in cui la specie è stata raccolta o osservata per la prima volta e ricorrendo alla data di pubblicazione della segnalazione solo nei casi in cui non è stato possibile risalire al dato. Sono state censite le coordinate geografiche, lo stato della popolazione al momento della prima segnalazione. Infine sono attribuiti, con riferimento ai dati disponibili in letteratura, il vettore (inclusando casi di vettori multipli) e riportato il riferimento bibliografico originale.

Il processo di verifica e di validazione delle segnalazioni inserite nella lista delle specie alloctone dei mari italiani è effettuato tramite il coordinamento di specialisti responsabili di singoli gruppi tassonomici e con i controlli eventualmente necessari attraverso i contatti stabiliti con i ricercatori di ICES-WGITMO, della CIESM e dei partecipanti ai progetti UE DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), IMPASSE (Environmental Impact of Alien Species in Aquaculture) e VECTORS (Vectors of Change in Oceans and Seas Marine Life, Impacts on Economic Sectors), ai quali hanno preso parte membri del Gruppo. In buona sostanza si opera un controllo della bibliografia rispetto alle più aggiornate revisioni tassonomiche e alle acquisizioni recenti sulla distribuzione delle specie e sulle modalità di trasporto.

Su questa base viene aggiornata la lista delle specie aliene (disponibile sul sito www.sibm.it - sezione download) e preparati interventi in occasione di alcuni congressi internazionali.

Risultati - I 15 National Reports (NR) pubblicati sul sito ICES hanno censito ad oggi un totale di 168 specie presenti nei mari italiani, con una media di 5 nuove

segnalazioni e valori compresi tra 1 e 13 ogni anno (nel complesso dei NR a partire dal 2001).

Sono state esaminate 546 voci bibliografiche e analizzate le segnalazioni di circa 25 soci ogni anno.

Il lavoro svolto ha permesso la preparazione di alcuni contributi di sintesi, a partire dalla prima situazione italiana (Occhipinti-Ambrogi, 2002a), alla presentazione della prima lista di specie aliene in occasione del 39° Simposio europeo di Biologia marina (EMBS) di Genova (Gruppo Alloctoni SIBM, 2004), all'aggiornamento di quest'ultima a tutto il 2009 (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011) e a tutto il 2012 nella versione online sul sito SIBM.

Contestualmente sono stati presentati contributi in diverse occasioni, quali i congressi della CIESM (SIBM Allochthonous Species Group e Occhipinti-Ambrogi, 2010) e altre iniziative specifiche della CIESM, quali gli "Workshop Monographs" (Boero, 2002; Occhipinti-Ambrogi, 2002b) e gli Atlanti delle Specie Esotiche in Mediterraneo (Golani *et al.*, 2002; Galil *et al.*, 2002; Zenetos *et al.*, 2003); l'iniziativa delle zone protette del Mediterraneo, a cura dell'Unesco (UNEP-RAC/SPA, 2007), il gruppo di specialisti sulle specie aliene della Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (Otero *et al.*, 2013) ed i convegni internazionali sulle Invasioni Biologiche di New Orleans (Savini *et al.*, 2001); Portland (Occhipinti-Ambrogi, 2009); Barcellona (Azzurro *et al.*, 2011; Bulleri, 2011; Ceccherelli *et al.*, 2011; Innocenti e Galil, 2011; Lodola *et al.*, 2011; Orrù *et al.*, 2011). Nel novembre 2013 è stato presentato l'ultimo aggiornamento della lista italiana al convegno CIESM a Marsiglia (Marchini *et al.*, 2013).

L'attività internazionale ha messo in luce il ruolo chiave dei mari italiani, veri e propri crocevia tra il bacino orientale ed occidentale del Mediterraneo (SIBM Allochthonous Species Group e Occhipinti-Ambrogi, 2010; Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011).

L'Adriatico, lo Ionio ed il Tirreno hanno fatto registrare all'incirca lo stesso numero di specie non-indigene (circa 90) e le principali vie di introduzione sono considerate la navigazione (acque di zavorra e fouling) e l'acquacoltura (vettore di specie introdotte intenzionalmente, ma soprattutto di specie non-target). Le specie di chiara origine Eritrea (transitate dal canale di Suez) costituiscono circa l'8% (Fig. 2).

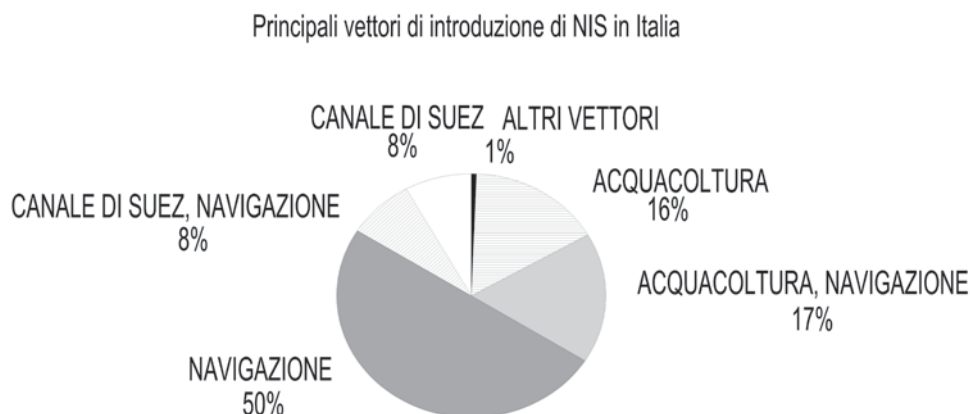


Fig. 2 - Vettori di introduzione per le specie non-indigene rinvenute lungo le coste italiane. Percentuale delle attribuzioni riportate in letteratura.

Vectors of introduction of non-indigenous species recorded along the Italian coasts. Percentage of different vectors as reported from the literature.

Il trend temporale del numero di specie non-indigene è progressivamente aumentato (Fig. 3) e tale evoluzione può essere messa in relazione alla pressione esercitata dal traffico navale, dal trasporto di organismi per l'acquacoltura e dalle modificazioni idrologiche indotte dal riscaldamento del mare.

I grafici di Fig. 4 illustrano l'incremento di introduzioni nelle tre principali aree marine italiane attribuite ai diversi vettori.



Fig. 3 - Andamento temporale dell'introduzione di specie non-indigene nei mari italiani.

Temporal trend of introduction of non-indigenous species in the Italian Seas.

I tre mari, come detto sopra, hanno approssimativamente accolto lo stesso numero di specie non-indigene. Alcune differenze sono rilevabili dall'esame dei vettori: in Adriatico l'impennata di introduzioni a partire dal 1980 è attribuita al trasporto da parte dei natanti, ma anche da un contributo dell'acquacoltura non trascurabile. Nello Ionio, invece, la gran parte delle specie sembra essere trasportata dalle imbarcazioni, così come nel Tirreno, dove peraltro l'aumento di specie non-indigene è iniziato già negli anni '60.



Fig. 4 - Andamento temporale dell'introduzione di specie non-indigene nei diversi mari italiani, in relazione alle modalità di trasporto.

Temporal trend of non-indigenous species introductions in different Italian Seas in relation to vectors.

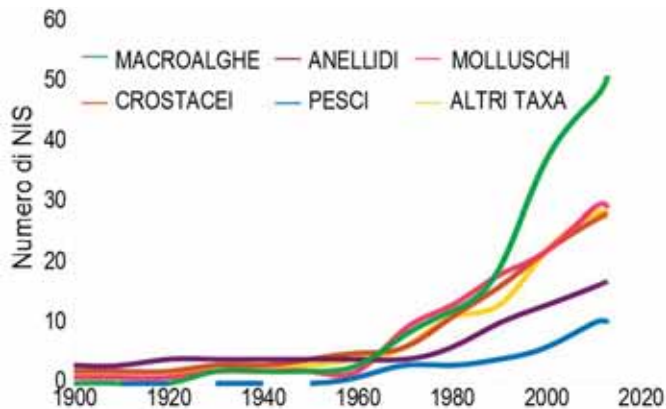


Fig. 5 - Andamento temporale delle introduzioni, distinguendo i gruppi tassonomici.
Temporal trend of introductions for the different taxonomical groups.

I diversi gruppi tassonomici hanno avuto successo in proporzioni diverse per quanto riguarda i mari Italiani. In Fig. 5 è evidente una forte incidenza della componente algale, che tra l'altro ha dato luogo ai fenomeni quantitativamente più evidenti, come nel caso delle Cloroficee del genere *Caulerpa* J.V. Lamouroux, 1809, oggetto di numerosi studi ecologici in ragione del loro impatto sugli ecosistemi costieri (Ceccherelli e Cinelli, 1998; Piazzì *et al.*, 2005; Piazzì e Balata, 2008; Fellingine *et al.*, 2012). Il successo delle alghe è attribuito alla facilità di trasporto sia con il vettore navigazione, facendo spesso parte del fouling e comunque potendo essere trasportate con forme di resistenza rinvenute frequentemente nelle acque di zavorra, ma soprattutto essendo assai attivamente trasportate con i prodotti dell'acquacoltura, quali epifiti dei molluschi, e come materiale utilizzato per il trasporto di organismi vivi e contenuto nell'acqua dei tanks (Minchin, 2007; Flagella *et al.*, 2007; Petrocelli e Cecere, 2010); a livello di diffusione secondaria un ruolo importante è svolto dagli attrezzi da pesca (Relini *et al.*, 2000) e dalla navigazione da diporto (Savini *et al.*, 2006). Il lavoro di Sfriso e Marchini (2014) in questo stesso volume fornisce preziose indicazioni anche da questo punto di vista; l'importante e difficile tema legato alle alghe microscopiche è trattato da Penna (2014). Il secondo gruppo in ordine di numerosità è quello dei molluschi, che annoverano casi ben noti per l'acquacoltura, in particolare *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (Boscolo-Brusà *et al.*, 2013). Per quanto riguarda Pesci e Crostacei Decapodi si vedano (sempre in questo stesso volume) i lavori di Orsi Relini (2014) e di Froglià e Marchini (2014).

Conclusioni - Dopo quasi tre lustri di attività del Gruppo Specie Alloctone della SIBM, in occasione del Convegno di Venezia, possiamo riflettere sui punti di forza e di debolezza di questa specifica forma organizzativa che la Società ha voluto darsi, promuovendo negli anni una sistematica ed apprezzata, anche se non appariscente e clamorosa, opera di presenza della SIBM in Italia e all'estero.

In gran parte, tali punti di forza e debolezza riflettono quelli propri e ben noti del sistema della ricerca ecologica italiana, caratterizzata da emergenze di assoluto valore internazionale e da una eccessiva frammentazione e debolezza strutturale, legata com'è ad un finanziamento, e ancor più, ad una policy nazionale, che esibisce, proprio in materia di ricerca ambientale, caratteristiche di estemporaneità e scarsa

determinazione nella individuazione e nel conseguimento degli obiettivi. Per quanto riguarda direttamente la SIBM, fa eccezione il finanziamento del progetto “Le problematiche delle specie aliene nei Mari Italiani” concluso nel 2001 con relazione al Servizio Difesa Mare dell’allora Ministero dell’Ambiente. Si è trattato della prima sintesi sulle conoscenze delle specie aliene in Italia con descrizione ed iconografia delle 30 specie più diffuse, alla quale è stata affiancata un’attività pilota di rilevamento nei porti di Genova, Palermo e Salerno per individuare la presenza di specie non indigene. Purtroppo, nonostante i buoni risultati, questi dati non sono stati pubblicati.

La produzione scientifica nel nostro settore è stata sicuramente di pregio e le competenze, riconosciute come fondamentali (Ojaveer *et al.*, 2014) per affrontare i problemi (specializzazione tassonomica, sensibilità ecologica, abilità nel lavoro sul campo), continuano ad essere presenti nei nostri Istituti, nonostante la grave crisi economica.

Tra i punti di possibile miglioramento possiamo citare il campo delle tecniche molecolari e genetiche, che sono indispensabili per chiarire numerosi dubbi interpretativi delle osservazioni in campo (Darling, 2014). Ci riferiamo ad esempio alla validazione dello status tassonomico (es. *Hypnea flexicaulis* Y. Yamagishi & M. Masuda, 2000, Wolf *et al.*, 2011), alla descrizione di nuove specie (es. *Pelagia benovici* Piraino, Aglieri, Scorrano & Boero, 2014, Piraino *et al.*, 2014), alla ricostruzione di dinamiche temporali di invasioni (es. *Caprella scaura* Templeton, 1836, Cabezas *et al.*, 2014), all’identificazione di vettori di introduzione, es. *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) lungo le coste atlantiche degli Stati Uniti (Roman, 2006), e all’identificazione della regione di origine di specie alloctone (es. *Aplysia dactylomela* Rang, 1828, Valdés *et al.*, 2013). Un altro caso, in cui le indagini genetiche hanno permesso di chiarire meglio lo stato di una specie sulla quale erano state formulate ipotesi di origini biogeografiche remote, è quello relativo a *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792), specie descritta a Venezia nel 1792. La variabilità genetica misurata è troppo ridotta per giustificare l’ipotesi che si tratti di un relitto glaciale ed è viceversa imputabile ad un effetto bottleneck, tipico di eventi sporadici di introduzione. L’ipotesi quindi è che si tratti di una specie pseudo-indigena, originaria dell’Atlantico settentrionale (Panova *et al.*, 2011).

I punti di forza e di debolezza del sistema italiano per la gestione delle specie non-indigene marine, con particolare riferimento alle Direttive Europee, possono essere sintetizzati come indicato in Fig. 6.

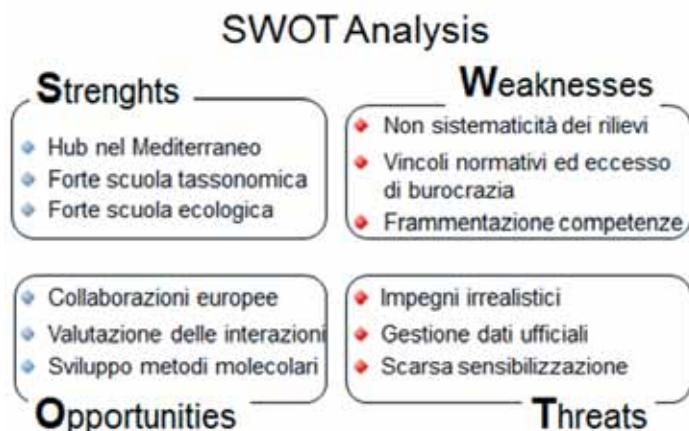


Fig. 6 - Punti di forza e di debolezza del sistema italiano della ricerca sulle specie alloctone marine in Italia.

SWOT analysis of the research on marine alien species in Italy.

I fattori di forza (S=*Strengths*) relativi alla buona conoscenza “naturalistica” e biogeografica sono stati già illustrati, le corrispondenti opportunità (O=*Opportunities*) da cogliere riguardano l’ampliamento delle collaborazioni internazionali, la diffusione di tecniche molecolari, la valutazione dei tratti ecologici e l’analisi delle interazioni. Per quanto riguarda i punti di debolezza (W=*Weaknesses*) si possono citare la mancanza di sistematicità dei programmi di survey, la frammentazione e lo scarso coordinamento delle competenze, oltre alla mancanza di adeguata sensibilizzazione degli stakeholders. Le minacce (T=*Threats*) più temibili risiedono nella incapacità di fornire dati organizzati (come ad esempio vengono richiesti dalla UE), nella forzata adesione a modelli di gestione spesso irrealistici e nella difficoltà di suscitare un consenso negli operatori rispetto a misure di gestione non ben comprese.

I temi che i biologi marini sono chiamati ad affrontare, per continuare a fornire il necessario apporto conoscitivo alle politiche di gestione ambientale in ambito nazionale e comunitario, sono quindi strettamente connessi alla capacità di mantenere la riconosciuta competenza nella tassonomia e nell’analisi delle interazioni tra specie introdotte ed indigene; vanno inoltre promosse attività di monitoraggio sistematico e indici d’impatto che sostengano analisi di rischio realistiche per la gestione della problematica.

Ringraziamenti: Un caloroso ringraziamento al Prof. Giulio Relini per il suo continuo supporto al “Gruppo Specie Alloctone” e ad Agnese Marchini per il costante aggiornamento critico del database.

Bibliografia

- AZZURRO E., SOTO S., MAYNOU F. (2011) - A geo-referenced database for not native Mediterranean Sea fishes. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 12.
- BOERO F. (2002) - Ship-driven biological invasions in the Mediterranean Sea. In: Briand F. (ed), Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas. *CIESM Workshop Monographs*, **20**: 87-91.
- BOSCOLO-BRUSÀ R., CACCIATORE F., PONIS E., MOLIN E., DELANEY E. (2013) - Clam culture in the Venice lagoon: stock assessment of Manila clam (*Venerupis philippinarum*) populations at a nursery site and management proposals to increase clam farming sustainability. *Aquat. Living Resour.*, **26**: 1-10.
- BRUNETTI R., MASTROTOTARO F. (2012) - *Botrylloides pizoni*, a new species of Botryllinae (Ascidacea) from the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, **3258**: 28-36.
- BULLERI F. (2011) - Adding positive species interactions into the melting pot of biological invasions: emerging perspectives and future directions. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 23.
- CABEZAS M.P., XAVIER R., BRANCO M., SANTOS A.M., GUERRA-GARCÍA J.M. (2014) - Invasion history of *Caprella scaura* Templeton, 1836 (Amphipoda: Caprellidae) in the Iberian Peninsula: multiple introductions revealed by mitochondrial sequence data. *Biol. Invasions*, doi: 10.1007/s10530-014-0660-y.
- CARLTON J.T. (1985) - Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **23**: 313-371.
- CARLTON J.T. (1989) - Man’s role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for conservation of near-shore environments. *Conserv. Biol.*, **3**: 265-273.
- CARLTON J.T. (1996) - Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, **77** (6): 1653-1655.
- CARLTON J.T. (2009) - Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time Chapter 2. In: Rilov G., Crooks J.A. (eds), Biological Invasions in Marine Ecosystems. *Ecological Studies*, **204**: 13-55.
- CARLTON J.T., NEWMAN W.A. BETTINI PITOMBO F. (2011) - Barnacle invasions: introduced, cryptogenic, and range expanding Cirripedia of North and South America. In: Galil B.S., Clark P.F., Carlton J.T. (eds), In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, **6**: 159-213.
- CECCHERELLI G., CINELLI F. (1998) - Habitat effect on spatio-temporal variability in size and density of the introduced alga *Caulerpa taxifolia*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **163**: 289-291.

- CECCHERELLI G., BULLERI F., CUSSEDDU V., MURA F., PINNA S., SECHI N. (2011) - The effects of the spread of the invasive seaweed *Caulerpa racemosa* into disturbed *Posidonia oceanica* beds. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 35.
- DARLING J.A. (2014) - Genetic studies of aquatic biological invasions: closing the gap between research and management. *Biol. Invasions*, doi: 10.1007/s10530-014-0726-x.
- D'HONDT J.-L., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (1985) - *Tricellaria inopinata*, n. sp., un nouveau Bryozoaire Cheilostome de la faune méditerranéenne. *Mar. Ecol.*, **6** (1): 35-46.
- EC (2008) - Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union*, L 164: 19-40.
- FELLINE S., CARICATO R., CUTIGNANO A., GORBI S., LIONETTO M.G., MOLLO E., REGOLI F., TERLIZZI A. (2012) - Subtle effects of biological invasions: cellular and physiological responses of fish eating the exotic pest *Caulerpa racemosa*. *PLoS ONE*, **7** (6), doi: 10.1371/journal.pone.0038763.
- FLAGELLA M.M., VERLAQUE M., SORIA A., BUIA M.C. (2007) - Macroalgal survival in ballast water tanks. *Mar. Pollut. Bull.*, **54**: 1395-1401.
- FORNIZ C., SCONFIETTI R. (1983) - Ritrovamento di *Paracerceis sculpta* (Holmes, 1904) (Isopoda, Flabellifera, Sphaeromatidae) nella Laguna di Venezia. *Boll. Mus. Civ. St. nat. Venezia*, **34**: 197-203.
- FROGLIA C., MARCHINI A. (2014) - Considerazioni sulla diffusione di crostacei decapodi alieni nei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 34-36.
- GALIL B.S., GEVILI R. (2014) - *Zoobotryon verticillatum* (Bryozoa: Ctenostomatida: Vesiculariidae), a new occurrence on the Mediterranean coast of Israel. *Mar. Biodiv. Rec.*, **7**, doi: 10.1017/S1755267214000086.
- GALIL B., FROGLIA C., NOËL P. (2002) - Crustaceans: decapods and stomatopods. Vol. 2. In: Briand F. (ed), *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 192 pp.
- GOLANI D., ORSI RELINI L., MASSUTI E., QUIGNARD J.P. (2002) - Fishes. Vol. 1. In: Briand F. (ed), *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 256 pp.
- GOLLASCH S. (2006) - Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgoland Mar. Res.*, **60**: 84-89.
- GRUPPO ALLOCTONI SIBM COORDINATED BY A. OCCHIPINTI-AMBROGI (2004) - Introduced marine species in Italy. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (3): 192.
- ICES (2005) - *ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms*. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen: 30 pp.
- IMO [International Maritime Organization] (2004) - *International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments*. International Maritime Organization, London: 36 pp.
- IMO MEPC [International Maritime Organization - Marine Environment Protection Committee] (2011) - *2011 Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species*. MEPC 62/24/Add.1, Annex 26. International Maritime Organization, London: 25 pp.
- IMO MEPC [International Maritime Organization - Marine Environment Protection Committee] (2012) - *Guidance for minimizing the transfer of invasive aquatic species as biofouling (hull fouling) for recreational craft*. MEPC.1/Circ.792, Annex 1. International Maritime Organization, London: 5 pp.
- INNOCENTI G., GALIL B.S. (2011) - Live and let live: Erythrean invasive host and parasite in the Levantine basin. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 89.
- LODOLA A., LOMBARDI C., MARCHINI A., SAVINI D., OCCHIPINTI-AMBROGI (2011) - Linosa island (Central Mediterranean Sea): a key study site for understanding climate-driven pathways of alien species invasion in the Mediterranean Sea. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 115.
- MARCHINI A., FERRARIO J., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2013) - Recent additions to the alien marine biota along Italian coasts. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 887.
- MARCHINI A., SORBE J.-C., TORELLI F., LODOLA A., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2014) - The non-indigenous *Paranthura japonica* Richardson, 1909 in the Mediterranean Sea: travelling with shellfish? *Medit. Mar. Sci.*, **15** (3): 545-553.

- MINCHIN D. (2007) - Aquaculture and transport in a changing environment: overlap and links in the spread of alien biota. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 302-313.
- MORRI C. (1982) - Occurrence of *Garveia franciscana* in the Mediterranean Sea. *Cah. Biol. Mar.*, **23** (4): 381-391.
- MORRI C., OCCHIPINTI-AMBROGI A., SCONFIETTI R. (1982) - Specie nuove o critiche del benthos lagunare Nord Adriatico. Progetto finalizzato CNR Promozione Qualità Ambiente, Roma, Notiz., **35**: 1-4.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2000) - Biotic invasions in the Lagoon of Venice: ecological considerations. *Biol. Invasions*, **2** (2): 165-176.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2002a) - Current status of aquatic introductions in Italy. In: Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S. (eds), *Invasive aquatic species of Europe - Distribution, Impacts and Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 311-324.
- OCCHIPINTI AMBROGI A. (2002b) - Susceptibility to invasion: assessing scale and impact of alien biota in the Northern Adriatic. In: Briand F. (ed), *Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas. CIESM Workshop Monographs*, **20**: 69-73.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2007) - Global change and marine communities: Alien species and climate change. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 342-352.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2009) - Alien Species as an aspect of Global Change. 6th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 24-27 2009, Portland, Oregon, U.S.A.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., GALIL B.S. (2004) - A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? *Mar. Pollut. Bull.*, **49** (9-10): 688-694.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI-RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Invasions*, **13**: 215-237.
- OJAVEER H., GALIL B.S., MINCHIN D., OLENIN S., AMORIM A., CANNING-CLODE J., CHAINHO P., COPP G.H., GOLLASCH S., JELMERT A., LEHTINIEMI M., MCKENZIE C., MIKU J., MIOSSEC L., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PEĆAREVIĆ M., PEDERSON J., QUILEZ-BADIA G., WIJSMAN J.W.M., ZENETOS A. (2014) - Ten recommendations for advancing the assessment and management of non-indigenous species in marine ecosystems. *Mar. Policy*, **44**: 160-165.
- OLENIN S., ALEMANY F., CARDOSO A.C., GOLLASCH S., GOULLETQUER P., LEHTINIEMI M., MCCOLLIN T., MINCHIN D., MIOSSEC L., OCCHIPINTI AMBROGI A., OJAVEER H., JENSEN K.R., STANKIEWICZ M., WALLENTINUS I., ALEKSANDROV B. (2010) - *Marine Strategy Framework Directive – Task Group 2 Report. Non-indigenous Species*. EUR 24342 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: 44 pp.
- ORRÙ F., FOLLESA M.C., MULAS A., DEIANA A.M., CAU A. (2011) - Changes in fish diversity in the central-western Mediterranean: monitoring exotic species in Sardinian waters. 7th International Conference on Marine Bioinvasions. August, 23-25 2011, Cosmo Caixa, Barcelona, Spain: 116.
- ORSI RELINI L. (2014) - Alien fish in the Mediterranean: remarks suggested by the CIESM atlas of exotic species update 2013. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 37-51.
- OTERO M., CEBRIAN E., FRANCOUR P., GALIL B., SAVINI D. (2013) - *Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): A strategy and practical guide for managers*. IUCN, Malaga, Spain: 136 pp.
- PANOVA M., BLAKESLEE A.M.H., MILLER A.W., MÄKINEN T., RUIZ G.M., JOHANNESSON K., CARL A. (2011) - Glacial history of the North Atlantic marine snail, *Littorina saxatilis*, inferred from distribution of mitochondrial DNA lineages. *PLoS ONE*, **6** (3), doi: 10.1371/journal.pone.0017511.
- PEDERSON J., MIESZKOWSKA N., CARLTON J.T., GOLLASCH S., JELMERT A., MINCHIN D., OCCHIPINTI-AMBROGI A., WALLENTINUS I. (2011) - Climate change and non-native species in the North Atlantic. In: Reid P.C., Valdés L. (eds), *ICES Status Report on Climate Change in the North Atlantic. ICES Cooperative Research Report*, **310**: 174-256.
- PENNA A. (2014) - Potential allochthonous microalgae in the Mediterranean Sea: a contribution addressing to this statement. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 52-56.
- PETROCELLI A., CECERE E. (2010) - Biodiversity and mollusc transfer: need of observance of the laws to avoid alien seaweeds introduction. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 175-176.

- PIAZZI L., BALATA D. (2008) - The spread of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Mediterranean Sea: an example of how biological invasions can influence beta diversity. *Mar. Environ. Res.*, **65**: 50-61.
- PIAZZI L., BALATA D., CECCHERELLI G., CINELLI F. (2005) - Interactive effect of sedimentation and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*: invasion on macroalgal assemblages in the Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **64**: 467-474.
- PIRAINO S., AGLIERI G., MARTELL L., MAZZOLDI C., MELLI V., MILISENDA G., BOERO F. (2014) - *Pelagia benovici* sp. nov. (Cnidaria, Scyphozoa): a new jellyfish in the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, **3794** (3): 455-468.
- RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (2000) - The role of fishing gear in the spreading of allochthonous species: the case of *Caulerpa taxifolia* in the Ligurian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, **57**: 1421-1427.
- ROMAN J. (2006) - Diluting the founder effect: cryptic invasions expand a marine invader's range. *Proc. R. Soc. B*, **273**: 2453-2459.
- RUIZ G.M., FOFONOFF P.W., CARLTON J.T., WONHAM M.J., HINES A.H. (2000) - Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **31**: 481-531.
- SACCHI C.F. (1983) - Il nordadriatico: crocevia di faune, intreccio di popoli. *Atti Museo civ. Storia nat. Trieste*, **35**: 39-64.
- SACCHI C.F., OCCHIPINTI AMBROGI A. (1992) - Confinement et biocénoses paralines. *Vie et Milieu*, **42** (2): 207-214.
- SACCHI C.F., OCCHIPINTI-AMBROGI A., SCONFIETTI R. (1990) - Les lagunes nord-adriatiques: un environnement conservateur ouvert aux nouveautés. *Bull. Soc. zool. France*, **114** (3): 47-60.
- SARÁ G., MONTALTO V. (2014) - I tratti funzionali delle specie e la nicchia ecologica per predire le invasioni biologiche marine in un contesto di *global climate warming*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 57-59.
- SAVINI D., HARDING J.M., MANN R. (2001) - Experimental evaluation of *Rapana venosa* feeding rates preying on the Bivalve *Mercenaria mercenaria* in the lower Chesapeake Bay, U.S.A. 2nd Marine Bioinvasions Conference. April, 9-11 2001, New Orleans, Louisiana, U.S.A: 121.
- SAVINI D., MARCHINI A., FORNI G., CASTELLAZZI M. (2006) - Touristic harbours and secondary spread of alien species. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 760-763.
- SCONFIETTI R., MANGILI F., SAVINI D., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2005) - Diffusion of the alien species *Caprella scaura* Templeton, 1836 (Amphipoda: Caprellidae) in the Northern Adriatic Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 335-337.
- SFRISO A., CURIEL D. (2007) - Check-list of seaweeds recorded in the last 20 years in Venice lagoon, and a comparison with the previous records. *Bot. Mar.*, **50**: 22-58.
- SFRISO A., MARCHINI A. (2014) - Updating of non-indigenous macroalgae in the Italian coasts: new introductions and cryptic species. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 60-69.
- SIBM ALLOCHTHONOUS SPECIES GROUP, OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2010) - Hotspots of introduction of marine alien species in Italian seas. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **39**: 427.
- UNEP-RAC/SPA (2007) - *Draft Guidelines for Controlling the Vectors of Introduction into the Mediterranean of Non-Indigenous Species and Invasive Marine Species*. UNEP(DEPI)/MED WG.308/12. United Nations Environment Programme (UNEP) (Mediterranean Action Plan) and Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA), Tunis: 24 pp.
- VALDÉS Á., ALEXANDER J., CROCETTA F., BAKI YOKES M., GIACOBBE S., POURSANIDIS D., ZENETOS A., CERVERA J.L., CABALLER M., GALIL B.S., SCHEMBRI P.J. (2013) - The origin and dispersal pathway of the spotted sea hare *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Opisthobranchia) in the Mediterranean Sea. *Aquat. Invas.*, **8** (4): 427-436.
- WOLF M.A., SFRISO A., ANDREOLI C., MORO I. (2011) - The presence of exotic *Hypnea flexicaulis* (Rhodophyta) in the Mediterranean Sea as indicated by morphology, *rbcL* and *cox1* analyses. *Aquat. Bot.*, **95**: 55-58.
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G., TEMPLADO J. (2003) - Molluscs. Vol. 3. In: Briand F. (ed), *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 376 pp.

C. FROGLIA, A. MARCHINI*

CNR Istituto Scienze Marine, u.o.s. Ancona, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.
c.froglia@alice.it

*Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Pavia, Italia.

CONSIDERAZIONI SULLA DIFFUSIONE DI CROSTACEI DECAPODI ALIENI NEI MARI ITALIANI

REMARKS ON DISTRIBUTION OF ALIEN DECAPOD CRUSTACEANS IN THE ITALIAN SEAS

Abstract - The introduction of marine organisms outside their native range is a world-wide phenomenon. Up to now, among the Crustacea Decapoda, 5 crabs and 1 caridean shrimp have established in the Italian seas. Only one of them is native of the Red Sea. In addition 15 other species (6 native of the Red Sea – Indian Ocean) have been recorded on the capture of single specimens, probably introduced by shipping.

Key-words: ecology, alien, Italy, Crustacea Decapoda, Mediterranean Sea.

Introduzione - Le attività dell'*Homo sapiens*, la più invasiva delle specie viventi, hanno determinato lo spostamento intenzionale o accidentale di migliaia di specie animali e vegetali al di fuori della loro originale area di distribuzione in terra come in mare. In mare il fenomeno ha avuto una drammatica accelerazione nell'ultimo secolo in seguito all'evolversi delle tecniche di costruzione e architettura delle navi, tradizionali vettori di specie attraverso gli Oceani, all'intensificarsi del trasferimento di specie da allevamento ed alla costruzione di nuove vie d'acqua per facilitare gli scambi commerciali marittimi. L'introduzione di specie aliene è più accentuata nel Mediterraneo orientale, ove l'apertura del Canale di Suez nel 1869 ha rimesso in contatto due biota che erano rimasti separati per milioni di anni ed ha consentito il passaggio in Mediterraneo di moltissime specie originarie dell'area indo-pacifica, favorite anche dal "riscaldamento globale". Alcune delle specie introdotte hanno dato origine a popolazioni "self-sustained" che si sono rapidamente espanse fino a divenire importanti risorse per la pesca locale e/o temibili competitori delle specie autoctone con similari nicchie ecologiche. Sebbene vi sia discordanza tra gli Autori sul significato di "specie aliena" (Occhipinti-Ambrogi e Galil, 2004), come sul numero complessivo di queste specie "presenti" nel Mediterraneo (Zenetos *et al.*, 2012; Galil, 2012), è un dato di fatto che il numero di nuove segnalazioni di "specie non indigene" a livello mondiale ha avuto un significativo incremento negli ultimi anni, non solo per una accresciuta attenzione al fenomeno.

Materiali e metodi - Per ottenere una visione, per quanto possibile completa, della diffusione dei crostacei decapodi "alieni" nei mari italiani (in senso geografico) si è proceduto ad una rassegna della letteratura scientifica successiva alla overview "Alien species along the Italian coasts" (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011), integrata da dati personali non pubblicati.

Risultati - Il regime termico delle acque costiere del Mar di Levante, anche in conseguenza del "riscaldamento globale" ha consentito l'insediamento di una significativa percentuale (38%) delle 78 specie di Crostacei Decapodi native dell'Oceano Indiano, che vi sono state segnalate successivamente all'apertura del Canale di Suez nel 1869. Viceversa nei mari italiani, caratterizzati da un diverso regime termico invernale, si è insediata una sola specie lessepsiana (*Portunus segnis*), limitatamente alla costa ionica siciliana, ed altre 9 specie indo-pacifiche sono state

segnalate dal 1913 ad oggi, generalmente sulla base di singoli esemplari. Per 6 di queste, mai segnalate nel Mediterraneo orientale, si può ipotizzare una introduzione accidentale mediata dalle attività marittime. La cattura di un unico esemplare di *Marsupenaeus japonicus* al largo di Termoli (Adriatico) nel 1985 avvenne dopo la semina di post-larve di questa specie nelle lagune di Lesina e Varano. Attualmente *M. japonicus* è allevato in alcuni impianti di acquacoltura anche nell'Adriatico settentrionale, ma il ciclo di ingrasso dura pochi mesi e la raccolta dei gamberi deve essere effettuata nel periodo autunnale poiché le basse temperature invernali non sono tollerate da questa specie. Per contro in Adriatico sono presenti popolazioni di 3 specie di brachiuri, native dell'Atlantico occidentale temperato. Il portunide *Callinectes sapidus* venne segnalato per la prima volta nel golfo di Venezia alla fine della Seconda Guerra Mondiale; qualche anno dopo la presenza di una popolazione, sfruttata commercialmente, veniva segnalata nel Nord Egeo e nel Mare di Levante. Nei cinquanta anni successivi nei mari italiani vi furono solo rare segnalazioni di singoli esemplari adulti, ma le segnalazioni si sono moltiplicate negli ultimi due anni e nel 2013 *C. sapidus* si poteva occasionalmente trovare nei mercati ittici dell'Adriatico. I due panopeidi *Rhithropanopeus harrisii* e *Dyspanopeus sayi* sono specie eurialine insediatesi prima sulle coste atlantiche europee e successivamente rinvenute nelle lagune dell'Alto Adriatico. La loro successiva espansione nei laghi costieri di Varano e Fusaro (Tirreno) e nel Mar Piccolo di Taranto probabilmente è collegata alle attività di mitilicoltura esistenti in tutte queste località. L'ultima specie, in ordine cronologico, che si è insediata in Adriatico è il palemonide *Palaemon macrodactylus*, originario del settore temperato del Pacifico occidentale, che, dopo essersi insediato sulla costa pacifica americana negli anni '60 del secolo scorso, è comparso agli inizi del 2000 in Atlantico insediandosi sia sulla costa occidentale che sulla costa europea, dal Portogallo all'Inghilterra ed alla Germania e nel Mar Nero (Ashelby *et al.*, 2013), ed ora è presente anche nel sistema lagunare dell'Alto Adriatico. Anche il granchio *Percnon gibbesi* ha dimostrato notevoli capacità invasive in Mediterraneo. Individuato nel 1999 contemporaneamente nell'isola di Linosa e nell'arcipelago delle Baleari, solo 7 anni dopo aveva raggiunto il Mar di Levante e colonizzato gran parte del settore meridionale del Mediterraneo. Attualmente la specie è insediata nei mari occidentali italiani, a Nord fino all'Arcipelago Toscano, e nel Mar Ionio, ma non è risalita in Adriatico oltre il Canale d'Otranto. Infine le due segnalazioni di *Eriocheir sinensis* nella laguna di Venezia sono probabilmente in relazione con l'importazione illegale dal Nord Europa di questi granchi vivi, molto apprezzati dalla comunità cinese. Vale la pena ricordare che nel 2009 la Guardia Costiera ne sequestrò un notevole quantitativo in alcune pescherie etniche di Catania. Altre specie native dell'Atlantico orientale come del Pacifico occidentale sono state segnalate nei mari italiani in seguito al rinvenimento di singoli individui, che si presume siano stati introdotti dalle attività marittime. Altre specie tipicamente est-atlantiche, come *Polybius henslowi* e *Panulirus regius* sono state occasionalmente rinvenute nei mari occidentali italiani, probabilmente trasportate dalla corrente entrante atlantica rispettivamente allo stadio adulto e larvale. Infine *Munida rutllanti*, che fino alla fine del secolo scorso era presente solo nel Mar d'Alboran e nell'Egeo settentrionale, negli ultimi anni ha invaso tutti i fondali strascicabili epibatiali dei mari italiani, e nel Medio Adriatico ha completamente sostituito *Munida intermedia* (Frogliani *et al.*, 2010). Ma considerata la sua originale distribuzione geografica non è considerata "aliena".

Conclusioni - Finora nei mari italiani complessivamente sono state segnalate 21 specie "aliene" o in espansione di areale tra i Crostacei Decapodi, ma solo 6 di queste hanno stabilito popolazioni permanenti. Quattro sono native della fascia temperata dell'Atlantico occidentale o del Pacifico occidentale. Una sola specie

nativa del Mar Rosso si è dimostrata in grado di colonizzare le coste meridionali della Sicilia orientale. Nonostante che il “riscaldamento globale” interessi anche i mari italiani, l'attuale regime termico invernale sembra impedire l'insediamento nei settori centro-settentrionali di specie “tropicali” di origine lessepsiana o atlantico-africana, sebbene queste specie possano esservi veicolate occasionalmente dalle correnti o dai traffici marittimi che rappresentano il principale vettore di “specie aliene” nel Mediterraneo occidentale.

Bibliografia

- ASHELBY C.W., DE GRAVE S., JOHNSON M.L. (2013) - The global invader *Palaemon macrodactylus* (Decapoda, Palaemonidae): an interrogation of records and a synthesis of data. *Crustaceana*, **86**: 594-624.
- FROGLIA C., GRAMITTO M.E., MORELLO E.B. (2010) - In less than 10 years the squat lobster *Munida rutllanti* has replaced *M. intermedia* in the Western Pomo pit (Central Adriatic). *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **39**: 519.
- GALIL B.S. (2012) - Truth and consequences: the bioinvasion of the Mediterranean Sea. *Integrative Zool.*, **7**: 298-311.
- GALIL B.S., FROGLIA C., NOËL P. (2002) - *Crustaceans*. CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean, **2**: 1-192. www.ciesm.org/atlas/appendix2.html
- KATSANEVAKIS S., POURSANIDIS D., YOKES B., MACIC V., BEQJRAJ S., KASHTA L., SGHAIER Y.R., ZAKHAMA-SRAIEB R., BENAMER I., BITAR G., BOUZAZA Z., MAGNI P., BIANCHI C.N., TSIAKKIROS L., ZENETOS A. (2011) - Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates. *J. Biol. Res. Thessalon.*, **16**: 224-236.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., GALIL B.S. (2004) - A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? *Mar. Poll. Bull.*, **49**: 688-694.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI-RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Inv.*, **13**: 215-237.
- ZENETOS A., GOFAS S., MORRI C., ROSSO A., VIOLANTI D., GARCIA RASO J.E., CINAR M.E., ALMOGI-LABIN A., ATE S.A., AZZURRO E., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., BILECENOGLU M., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., HYAMS-KAPHZAN O., KARACHLE P.K., KATSANEVAKIS S., LIPEJ L., MASTROTOTARO F., MINEUR F., PANCUCCI-PAPADOPOULOU M.A., RAMOS ESPLA A., SALAS C., SAN MARTIN G., SFRISO A., STREFTARIS N., VERLAQUE M. (2012) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Medit. Mar. Sci.*, **13**: 328-352.

L. ORSI RELINI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
largepel@unige.it

ALIEN FISH IN THE MEDITERRANEAN: REMARKS SUGGESTED BY THE CIESM ATLAS OF EXOTIC SPECIES UPDATE 2013

PESCI ALIENI DEL MEDITERRANEO: CONSIDERAZIONI SUGGERITE DALL'AGGIORNAMENTO 2013 DELL'ATLANTE DELLA CIESM

Abstract - Several aspects of studies devoted to exotic fish in the Mediterranean were discussed during the latest update of the CIESM Fish Atlas. Some critical points concerning the future are pointed out, in particular the recent applications of Marine Strategy. Due attention is also paid to citizen science and "creative ichthyology". Within the Marine Strategy framework directive, Atlantic newcomers have been excluded as "natural components of Mediterranean fauna", unfortunately in many cases also when they were associated with shipping, in other words, where they could be attributed to an anthropogenic origin. On the other hand, the majority of papers produced in the Levantine area repeatedly list Lessepsian fish in numbers of about one hundred species, i.e., without the necessary distinction between simple casual presences and successful species. The Lessepsian fish invasion primarily affects an area stretching from Israel to the Aegean Sea, while until now both in the Western Mediterranean and the main part of the Central Mediterranean (Italian Seas + East Adriatic) only two or three successful species (with spatial and temporal limitations) have been observed. The exclusion of Atlantic newcomers prevents a balanced assessment of the general transformation of Mediterranean ichthyofauna as linked to large-scale climatic events. Similarly to several oscillating phenomena regarding fishery resources and plankton, both in the Mediterranean and in the ICES area, also the success of fish coming from the west and the east still shows alternate phases. This feature helps assign the right timeframe to the processes we are facing, and, setting aside a simple unidirectional trend of global warming, also gives good grounds for hope in the future. There will be time enough to fill in the gaps in our knowledge (mainly regarding interactions among fishes of three groups, native and east and west newcomers) and, if necessary, to plan possible management actions.

Key-words: alien fish, origin, success, Marine Strategy, popular science, creative ichthyology.

During the period April-October 2013, members of the team responsible for the CIESM Atlas of Exotic Fish contacted and worked together with the group's leader Daniel Golani, who was updating the online check-list of exotic species: the result of their collective efforts (www.ciesm.org/atlas/appendix1.html) lists 146 species, 98 of Indo-Pacific and 48 of Atlantic origin (one representing two sister species, see later), and shows that records for the former group have grown at a faster rate in recent years (Golani *et al.*, 2013b).

Such large numbers of alien fish species have given rise to studies dealing with a) ichthyology (reproduction, feeding, genetics, distribution, biogeography, taxonomy, etc. of single species), b) ecological interferences in Mediterranean ecosystems, and c) more recent approaches, such as the use of Marine Strategy and Citizen Science, which raise critical issues that need to be discussed.

In general, alien species literature tends to be redundant, as it is interconnected with the broad theme of biodiversity and has also become part of non-academic book series, sometimes with poor results.

a) CIESM ATLAS of exotic fish species 2002-2013

In the late 1990s, the *International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea* (CIESM) inaugurated studies on alien species by preparing a series

of faunistic atlases. The first volume (Golani *et al.*, 2002) covered fishes (Fig. 1) and also outlined the basic concept of the tropicalization of the Mediterranean (Frederic Briand, editorial notes). The main differences between parallel studies carried out about fifteen years ago and present studies relate to the fact that E.U. directives on Marine Strategy (Olenin *et al.*, 2010) have made it possible to disregard the Atlantic species that were expanding their distribution through the Strait of Gibraltar. I shall discuss this point below. In my view, considerable uncertainty is attached to the applications of Marine Strategy. At the recent CIESM Congress in Marseille (31/10/2013), it was suggested that the complex of species that had entered through the Suez Canal could also be disregarded, much to the disappointment of researchers whose interest focused solely on Lessepsian species. Possibly, administrative authorities, lacking any knowledge of marine ecology, were not properly assisted by their advisors. The fact is that all Atlantic species entering the Mediterranean were excluded and the study of alien fish as originally planned by F. Briand remains the sole occasion to gain a well-balanced view of this subject.

b) Recorded fish species and selection of cases significant for Mediterranean ecosystems.

Clear west-east gradients are observed in the records of alien fish of Atlantic and Indo-Pacific origin from the Alboran to the Levantine Sea, but, since in the atlas Indo-Pacific fish arrivals start from 1900 (Fig. 2) and those of Atlantic species from 1958, present totals are the result of 112 and 54 years of observations, respectively; in other words, fewer than 1 species per year both for western and eastern provenances. The intriguing fact is that the numbers of recorded species per year are equal ($98:112=0.88$; $48:54=0.88$). However, at present it is not appropriate to take into account single records but only those species having population units in the Mediterranean, i.e., those that are reproducing in their new area of distribution. According to the IUCN, this characteristic qualifies the species as invasive (IAS = Invasive Alien Species) and actions against invaders are assumed necessary in the name of a generic protection of biodiversity.

The opposite opinion was expressed by Por (2010): in the Mediterranean the most important global bio-geographic event is now taking place, an event which can be understood if appropriate temporal and spatial scales are chosen. Within the framework of paleontological studies, it is evident that, with a warmer climate, both Senegalian and tropical Indo-Pacific fish species are forming a new Tethys (Por, 2010). The modern Mediterranean has room for more fish species: indeed, newcomers have not led to competitive extinctions but, at most, accommodations in terms of vertical distribution. Negative labels such as “worst invasive species” should be avoided and prevention of new arrivals is almost impossible. Golani & Appelbaum-Golani (2010), in their introduction, agree with this position.

Between the two positions of the IUCN and Por, I choose the latter, having worked for the last twenty years of my university career in the field of large pelagic fish (swordfish and tuna) exploitation (Orsi Relini *et al.*, 2010b). Showing no consideration for the science, U.S. members of the IUCN recently tried to confuse reproductive characteristics of two stocks of bluefin tuna (Collette *et al.*, 2011), to the benefit of the lobby of U.S. producers (Orsi Relini & Lanteri, 2013). I therefore agree with Behringer's (2013) view that the protection of nature and the environment has gained more and more importance and has taken on the semblance of an industry. Ecological associations and institutions, he argues, sensitize public opinion to environmental problems with a professionalism similar to that of multinational companies. In practice all inhabitants of the planet can be considered guilty of greenhouse gas emissions but can redeem themselves if they fund the initiatives of ecologists.

The climate has always fluctuated and the progress of civilization in European

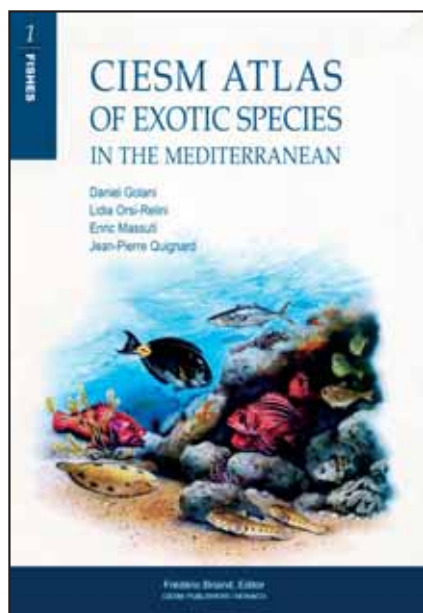


Fig. 1 - Exotic fish Atlas (Golani *et al.*, 2002). Three Atlantic and five Indo-Pacific species are depicted on the cover. *Sargocentron rubrum* (Forsskål, 1775), which lived in the Mediterranean during a warm period of the Pliocene (Piacenzian stage), occupies a sheltered position at the centre; according to F.D. Por, it is not an invasive alien species, but an emblematic Tethyan re-colonizer of the Mediterranean.

Atlante dei pesci alieni (Golani *et al.*, 2002). In copertina sono illustrate tre specie di origine atlantica e cinque Indo-Pacifiche. Al centro in un anfratto, *Sargocentron rubrum* (Forsskål, 1775) che viveva nel Mediterraneo in un periodo caldo del Pliocene (Piacenziano), secondo F.D. Por non è una specie aliena invasiva ma un esempio emblematico di ricolonizzatore Tetiano.

Two critical points in the CIESM directives for Atlases of exotic species

Original CIESM indications for the treatment of alien fish species were not completely satisfactory in two points a) different times to be considered for the arrivals of Atlantic and Indopacific species, from 1960 and 1920 respectively b) the concept of established species: an exotic species was considered alien after the first record and established after the second record (well separated from the first one in space and time). I discussed this point on the basis of facts, such as the two distinct records of a Brazilian fish in Italian waters (Orsi Relini, 2002), and Golani accepted to restrict the category established to at least three separate records; in this respect the fish Atlas resulted in a better position than the others (Galil *et al.*, 2002; Zenetos *et al.*, 2003).

CIESM definitions were compared with those in use in Europe in a preliminary paper (Orsi Relini, 2001) in which also the mobility of fishes, including transport possibilities, was indicated as an “unicum” in respect of other categories of alien marine organisms. This point should be taken into account and the term “vagrant” should be better used in Italy.

The latest Atlas (Verlaque *et al.*, 2009) gives clear definitions for plants. Recent criteria to establish species success, such as political instead of physical geography (Galil *et al.*, 2013, 2014), are unacceptable (no attention to latitude; no attention to the extension of coastline in single countries; see also Ojaveer *et al.*, 2014 recommendation n°7).

As far as the first point is concerned, established different times were suitable for researchers of the Levantine Sea, but could result too scarce for countries having a more than secular history of marine studies, such as those of the major part of the Mediterranean. However the same countries were lacking specific observations for the period of the two world wars, so the point remained unchanged.

The most beautiful tropical fishes are coming

When writing the above-mentioned notes, Por (2010) also pointed out that the new tropical ichthyofauna was missing the best-known and outstanding species of coral reefs, i.e., angel, butterfly and surgeon fishes, in other words, those most directly associated with large (and sometimes millenary) hard coral colonies. At present, newcomers include, with occasional records, three species of Pomacantidae (1 Atlantic, 2 Indo-Pacific) and three Indo-Pacific Chetodontidae. Two Atlantic Acanthuridae can be added. *Acanthurus monroviae* Steindachner, 1876, was indeed put on the cover of the Fish Atlas (Fig. 1); it is an established Atlantic species recorded in Spain, Israel and the African Mediterranean. The second species, *Acanthurus coeruleus* Bloch & Schneider, 1801, with one casual record in Cyprus (Langeneck *et al.*, 2012), is at present under study as well as other recent records.

countries occurred when temperatures were a little higher than at present and, in fact, periods with colder temperatures had ruinous effects not only on society in general but also on the intellectual classes and on culture (Behringer, 2013).

Of course, these remarks do not imply taking a negative approach towards environmental problems. At present there are countries which claim the right to pollute while others have more of a sense of responsibility and try to reduce gas emissions; there are also widespread initiatives aimed at reducing air pollution and conserving energy which have immediate effects on the quality of life. There will be time enough for a better planning of the future (Behringer, 2013).

Successful species make up about a third of the number of species recorded, a situation observed both among Lessepsian (Ben Rais Lasram *et al.*, 2008; Golani, 2010; Golani & Appelbaum-Golani, 2012; Golani *et al.*, 2013b) and Atlantic immigrants (Massuti *et al.*, 2010). This important distinction between established and occasionally-recorded species is missing in many papers by Levantine researchers, whose main aim seems to be the acritical listing of large numbers of species. Instead Italian research is in a position to offer a list of alien species along the Italian coasts (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011) where each species is indicated with its population status.

In studying alien fish in Italian waters I have been able to verify that successful species can be evidenced by a common-sense criterion, in other words, “how many specimens have been counted in the study area (Orsi Relini, 2010)”: successful species are those present in numbers from tens to several hundreds of specimens (we may suppose that this simple criterion is related to *in loco* reproduction).

In the Italian seas, i.e. about 8000 km of coast, in a Central Mediterranean position, facing three different bio-geographical sectors (Western Mediterranean; Central Mediterranean, with the Strait of Sicily and the Ionian Sea; the Adriatic), the ratio of success between Atlantic and Indo-Pacific species is in favour of the former group. There are seven Atlantic species in the CIESM “established” category: *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848); *Beryx splendens* Lowe, 1834; *Seriola fasciata* (Bloch, 1793); *Psenes pellucidus* Lütken, 1880; *Seriola carpenteri* Mather, 1971; *Pisodonophis semicinctus* (Richardson, 1848) and *Kyphosus* sp. (see later), and three in the category “how many”, namely, *S. pachygaster* and the above-mentioned two species of *Seriola*.

Using the same “how many” approach, two Lessepsian species can also be mentioned: *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838 (which appeared with tens of specimens but is now apparently in retreat in the Northern Mediterranean area); *Siganus luridus* (Rüppell, 1829), but only at the Pelagian islands, where Italian

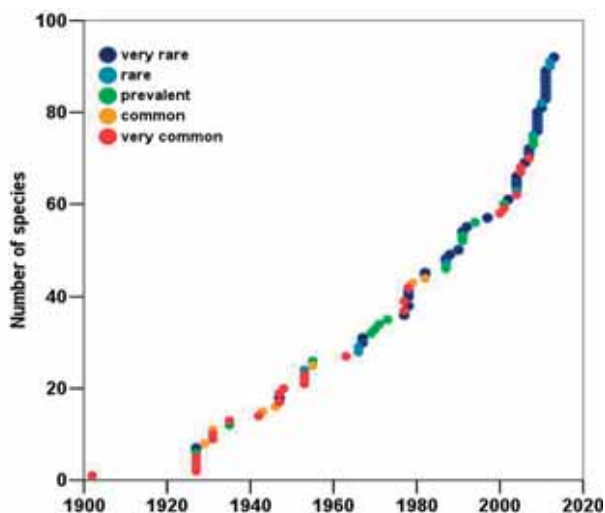


Fig. 2 - Lessepsian fish species shown in terms of year of appearance in the Mediterranean and numerical abundance (Golani *et al.*, 2013b). Light and dark blue = CIESM category “alien”; green to red = CIESM category “established”. From 1970 a decadal alternation of colors appears.

Le specie Lessepsiane illustrate in termini di anno di comparsa in Mediterraneo e numerosità di reperti (Golani et al., 2013b). Le specie in blu scuro e chiaro corrispondono alla Categoria CIESM “alien”; in verde-arancio-rosso alla categoria CIESM “established”. Dal 1970 i colori si alternano con ritmo decennale.

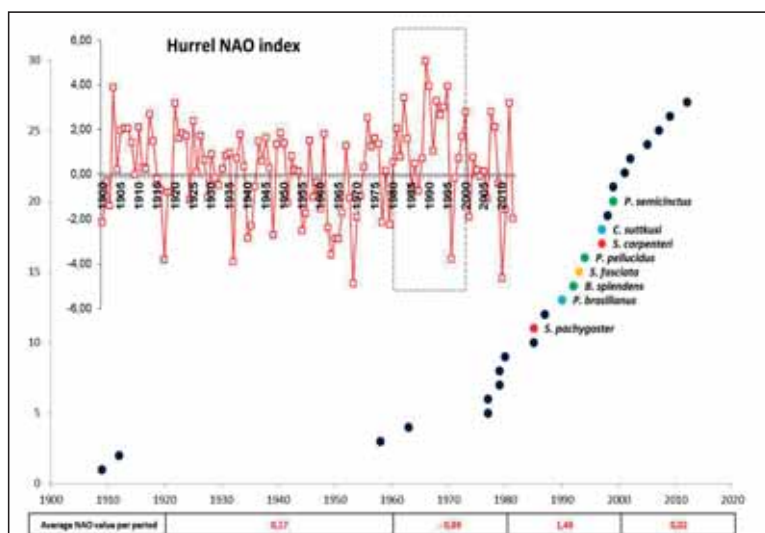


Fig. 3 - Establishment of Atlantic species in the Italian seas in relation to large-scale climatic factors (Hurrell winter NAO index from 1900, upper left-hand corner). Six species became established during the twenty-year period 1980-2000, when the average NAO value per period was very high (hatched box in the NAO series). The primarily affected area was the Strait of Sicily.

Successo di specie di origine Atlantica nei mari italiani in relazione a fattori climatici di larga scala (Winter NAO index di Hurrell dal 1900 a oggi inserto in alto): sei specie si sono stabilizzate in coincidenza con gli anni del ventennio 1980-2000 in cui l'indice NAO è stato particolarmente elevato (segmento dell'indice NAO racchiuso nel box tratteggiato). L'areale interessato è principalmente quello dello Stretto di Sicilia.

waters extend to the African platform; *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940, abundant in Tunisia, is only “CIESM established” in southern Italian waters.

Mention should also be made of another Lessepsian fish, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), not for its abundance but for its toxic nature. During the update, ISPRA sent a warning to all Italian port offices on the grounds that a single specimen was fished in the coastal waters of Lampedusa. At present it is difficult to evaluate whether or not there are any real dangers for Italian waters.

In the 2013 update, Golani listed 91 Lessepsian species in terms of success and times of appearance in the Mediterranean (Fig. 2). A five-colour scale shows abundances, ranging from casual records (dark and light blue) to tens and hundreds (orange and red). A similar graph has been prepared for the Atlantic species in Italian seas (Fig. 3), considering the same period used by Golani, divided into blocks of 20 years for which average values of large-scale climatic factors (in terms of Hurrell winter NAO indexes www.LFEO.COLUMBIA.EDU/NAO) are shown. Records of Atlantic species are mainly of the casual type, but successful species appear in the 20-year period from 1981 to 2000, when the average NAO index was very high compared to the adjacent 20-year blocks (Fig. 3); during the same period an interruption of the success of Lessepsian species can be observed.

In the Italian seas, we have studied relationships between fishery resources such as the lesser octopus *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) and the hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) and large-scale climatic factors (the above-mentioned Hurrell winter NAO index) (Orsi Relini *et al.*, 2006; Abella *et al.*, 2008). In *E. cirrhosa* trends of catches during trawl surveys and landings of commercial fishery are positively correlated to NAO trends. Also for the hake the relationships exist, but opposite in nature (higher biomass associated with negative NAO trends).

These trends, of great biological and practical significance because in Liguria “years of hakes” and “years of precious small cephalopods” take turns, apparently occur through the main currents that flow on fishery grounds. If currents influence recruitment for both these fish and cephalopod species, it is possible that likewise propagules of alien species move in different Mediterranean areas with abundances linked to the intensities of local currents. There are alternating phenomena in the two studied areas.

In the same period (1985-2000), regime shifts were observed not only in Mediterranean ecosystems but also in other basins, such as the North Sea, the Baltic and the Black Sea (Conversi *et al.*, 2010). In Italian seas, abrupt changes in plankton abundance were registered at Villefranche and in the Gulf of Trieste, while a severe reduction of small pelagic fish, particularly of anchovies, occurred in the Adriatic and in the Ligurian Sea. All these shifts were recorded during 1987. However, simultaneous changes involving deep-sea Crustaceans were positive. In our studies of the fisheries of the Ligurian Sea, we have observed a very important change with regard to the bathyal shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), the most valuable species among Ligurian landings, which occurred during 1987. An exceptional recruitment (Orsi Relini & Relini, 1988) changed fishing habits, which once again became continuous during the year, as they had been at the discovery of this deep-sea resource at the end of the 1920s.

The return of *A. antennatus* set up a roughly ten-year cycle of abundance, as was shown by a second peak of young shrimps recorded in 1997 and a third peak in 2009 (Relini *et al.*, 2011). Substantial changes in the reproductive characteristics have also been observed from 1987 onwards (Orsi Relini & Relini, 2012).

The observation of oscillating phenomena rather than one single trend gives good grounds for hope in the future. Indeed, with the most recent change in the NAO (last six years in Fig. 3) anchovies once again became plentiful in the Ligurian Sea. Recent studies of the climate and the thermohaline circulation of the North Atlantic

The latest Atlantic fish

A very interesting case of a newcomer Atlantic fish is *Kyphosus incisor*, which did not feature in the online update until 2014. This is possibly because at present the general approach is to disregard Atlantic species (see later), and indeed this is what happened with this fish (Zenetos *et al.*, 2012, including E. Azzurro).

The genus *Kyphosus* is present in the Atlantic, on both eastern and western coasts, with two sister species *K. sectatrix* (Linnaeus, 1758) and *K. incisor* (Cuvier, 1831) which cannot be recognized at landing, or when diving (Louisy, 2002) but only by verifying meristic characteristics. As a result, the presence of *K. incisor* is frequently underestimated.

Adult fish are found in a tropical belt, and are specialized herbivores, digesting macroalgae through microbial fermentation; juveniles are pelagic, associated with vessels or with flotsam and have omnivorous feeding habits. Their name “rudder fish” goes back to the age of sail navigation (Quoy & Gaimard, 1824) when they were seen to follow ships for months, waiting for the dumping of garbage.

Describing the family Kyphosidae in the FNAME (Whitehead *et al.*, 1984; 1986a,b), Tortonese (1986) mentioned three records of young *K. sectatrix* near the ports of Trieste, Palermo and Genoa. When a series of adult fishes appeared in the Mediterranean and on adjacent Atlantic coasts (1998-2008), they were not considered alien because they were present in the FNAME. The first Mediterranean record of *K. incisor* was based on two adult specimens fished at Portofino in 2009 (Orsi Relini *et al.*, 2010a) and a second record (Azzurro *et al.*, 2013c) based on a smaller specimen stored in a freezer in 1998 (i.e. which had been fished eleven years earlier in the Alboran Sea). From these data we can understand that the two sister species of *Kyphosus* also go together in the Mediterranean and they reinforce the herbivorous fish guild from the twenty year period evidenced in fig. 3, when sea temperatures were growing and many new algae were expanding (Verlaque *et al.*, 2009).

More in general the cases of *Kyphosus* spp. are useful also to remember the importance of shipping (Carlton, 1985, 2001; Simberloff, 2011) in the dissemination of alien species. Of course shipping regards also Indopacific fish (Torchio, 1969; Orsi Relini, 2010).

have separated the anthropogenic global warming from warming due to long period natural cycles (Atlantic Multidecadal Oscillation, AMO) (Garcia-Soto *et al.*, 2012). Decadal fluctuations of plankton and fishery resources have been recorded in very long series in ICES area (Edwards *et al.*, 2013), meaning that independent data and influential opinions supports Behringer's ideas on climate change.

For the moment only one Lessepsian fish species, the above-mentioned *Fistularia commersonii*, also known as the “Lessepsian sprinter”, has reached the Alboran Sea, while Atlantic species, on account of general Mediterranean circulation, frequently move directly from Gibraltar to the Levantine Sea. From this area they can begin an anti-clockwise route, similar to that of Lessepsian species. This expansion is shown by *Enchelycore anatina* (Lowe, 1838). Until now the Adriatic Sea has no successful alien fish species, either Atlantic or Lessepsian, and perhaps *E. anatina*, an Atlantic Macaronesian species, will prove to be the first case.

It is interesting to note that in these cases the propagules of a given species may reach

Italian waters both from the east and the west. *Solea senegalensis* Kaup, 1858, found in the Levantine Sea (Golani *et al.*, 2013a), represents the most recent case of this kind.

Taking into account the information contained in the updated fish atlas, at present alien fish newcomers in the Mediterranean are Atlantic and Indo-Pacific in a ratio of 1:2. Both groups show a percentage of success in the new area of around 30% of the total. All successful Atlantic species represent an enrichment of the Mediterranean, while Lessepsian species are in part useful as fishery resources but also include some noxious species. A balanced observation of new ichthyofauna enables us to see the Mediterranean as feeling the breath flowing from two oceans: it is the enchanting spectacle of a natural dynamic equilibrium, now in progress and likely to last a long time (at least, this is my opinion, following Behringer, 2013).

c) Ecology and Marine Strategy

According to the Marine Strategy framework directive, the goal for European countries is to achieve good environmental status. To this end, eleven descriptors have been set down: alien species introduced due to anthropic activity are one of the descriptors. The descriptors were not listed in order of importance.

Alien species are found in all groups of marine organisms from virus, bacteria and microalgae to whales. Apparently nobody has taken the time to reflect on whether future expensive initiatives should look at all aliens or only precise groups; the latter option would have greater chances of success. Even if the smallest components are possibly the most important for human well-being, the fact is that European research funds have been spent on the easiest macrofauna and macroflora, corridors and vectors. Under the pretext of a natural corridor (Gibraltar) and a man-made corridor (Suez), alienologists began an unbalanced count of alien fish (and supposedly also of other macrofaunal components). This approach to alien species has two immediate consequences: 1) all numerical data used from now on to describe alien species in the Mediterranean need to answer the question: before or after the elimination of Atlantic species? 2) studies of Mediterranean ecosystems no longer constitute research based on common criteria but depend on the location of the researcher. Such studies are abundant but not exhaustive; those carried out in the Levantine area are commented by Golani (2010).

The decision to exclude Atlantic fish species was taken without any consideration of genetics, which would be the only scientific way to understand whether or not a fish species shows continuity of population at Gibraltar. A specific study dealing with different animal groups, including several fish species, found *panmixia* at Gibraltar only in some Scombrids (*Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758), *Scomber colias* Gmelin, 1789) i.e., in the Perciform family with the largest migration performances, while other species had distinct population units or a break along the Almeria-Oran axis (Patarrello *et al.*, 2007).

A second basic point is that every country is responsible for its national waters and not for the Mediterranean as a whole. So the lists of “true alien species” prepared with different modalities and results by several Levantine researchers are of only moderate interest for most Italian coasts. For instance, Genoa harbour (a hot spot for introduction according Marchini *et al.*, 2013, with 11 species) was affected by 3% of the Lessepsian invasion, in the terms described for Israeli waters (about 350 species in Galil *et al.*, 2014). Mentioning these differences it is also important to remember that in large ports such as Genoa there are rules regarding the elimination of fouling after the scraping in dry docks, while in Israeli waters a search for alien organisms can occur in open water in the fouling of ships or oil platforms (Galil, 2008).

In conclusion, the study of alien fish should not be confused with the application of Marine Strategy, while in the latter also native unexploited fish can have a role

(Orsi Relini *et al.*, 2013). In Venice also alien crustacean decapods were the object of a specific paper (Frogia & Marchini, 2014). The following debate suggested the possibility of excluding these two groups (fishes and decapods) from routine Italian work on Marine Strategy. In fact important macrofaunal invaders of the Italian Seas, starting from *Percnon gibbesi* are Atlantic newcomers: twelve years after the first report, the diffusion of this crab appears to be based more on biological characteristics than on shipping (Katsanevakis *et al.*, 2011).

d) Marine protected areas and alien fish

Marine protected areas certainly play an important role in protecting valuable native species and sensitizing the public to ecological objectives.

Some believe that marine protected areas can also stop alien fish species because they host fish assemblages that are rich in top predators and are places where the systematic eradication of alien fish could be carried out.

Such ideas suggest an excess of optimism and an absence of adequate temporal and spatial reference points; the fact is that protected areas are generally limited to a few kilometers of coast surrounded by large unprotected spaces and mobility is an important characteristic of fishes.

If large piscivorous predators are necessary, the adjacent Atlantic has already sent them, such as the species of *Seriola* (Fig. 3). They appeared in the most critical area, the Strait of Sicily, and are now perhaps in retreat; in fact, in Sicily, *Seriola carpenteri* could not be sampled recently for ISPRA tissue bank (Andaloro *et al.*, 2012). The point is that at present they are of no relevance to the national Marine Strategy approach. If sea water becomes warmer, other top predators will arrive, both from east and west, such as tropical tunas, which would represent the best way of eliminating new tropical prey. The first species of large scombroid fish appeared in Tunisian waters with a very young *Scomberomorus commerson* (Ben Souissi *et al.*, 2006).

A guide for MPA managers (Otero *et al.*, 2013) prepared by the IUCN in Malaga suggests the early eradication of new fish populations by MPA operators by fishing 18 Lessepsian species. These fishes are part of a “black list” of 47 species starting from Indopacific algae. It is perhaps useful to remember that some of the above mentioned 18 fish species have never been seen in the Western and Central Mediterranean; however the datum is interesting because it quantifies the IAS fish.

e) Citizen science and creative ichthyology

I consider creative ichthyology all papers written without taking into account the basic European literature regarding fish, starting from FNAME.

For a long time fishes have been an easily and clearly identified subject for records in the Mediterranean. When it was run by taxonomists, FishBase (Froese & Pauly, 2013) used to provide precise basic information; now, however, with its large number of young volunteers engaged in the compilation of species sheets, it has lost its original reliability.

Biodiversity records are multiplying and there is a growing number of successful online journals; however, numbers of published records are inversely proportional to the amount of care taken by referees. Anyone can look out of the window and record a species never previously mentioned at that precise location – and nobody can deny the truth of the statement. What is written about the record is sometimes fanciful. The space distribution of a record, dressed up with some historical datum, sometimes makes its way into more reputable journals. A case in point is *Pomadasyss incisus* (Bowdich, 1825) (Bodilis *et al.*, 2013). According to FNAME, *P. incisus* is an Atlantic and Mediterranean species; in fact in the paper by Bodilis *et al.* (2013), it is demonstrated by records throughout the Mediterranean. The imaginative touch is

given by the sentence: “this species entered the Mediterranean in the first half of the nineteenth century”. Who can know the Atlantic and Mediterranean distribution of this fish in a period before the description of the species?

A recent case of “first documented record” of a well-known Adriatic species has been criticized and the suggestion has been made to adopt a “best practice approach to overcome unverified and unverifiable first records in ichthyology” (Bello *et al.*, 2012, 2014).

In the same way as in the latter paper, I had recommended the compulsory consultation of CLOFNAM (Hureau & Monod, 1973a,b), FNAM, CLOFETA (Quéro *et al.*, 1990a,b,c) and FAO fish guides as a necessary step before recording a fish. I had also suggested to Italian colleagues, at the very least, to take into account the Check List of the Italian Fauna (Relini ed., 2008, 2010). All these works contain the results of the efforts of great numbers of specialists (73 ichthyologists in FNAM).

The updated Fish Atlas includes one species, *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758), found as part of a citizen science programme organized in Catalonia (Azzurro *et al.*, 2013a,b). The inclusion was not accepted unanimously by the CIESM team of ichthyologists owing to poor consultation of the available literature and differences in treatment of previous similar cases. The above-mentioned paper (Bello *et al.*, 2014) adds other possible reasons such as the use of molecular tools; indeed, the species is in itself controversial and the inclusion in the Fish Atlas resulted premature.

Citizen science has been given a great deal of space in the CIESM thanks to Ferdinando Boero’s JellyWatch Programme. When the target group is gelatinous plankton, the macrofaunal species to be recorded number about twenty (contained in a single poster), making it easy for researchers to monitor identifications. This is much more difficult with fishes.

In the latest volume of “Invading Nature. Springer Series in Invasion Ecology” (Goffredo & Dubinsky eds, 2014), the subject area Fishes of the Mediterranean is divided into two chapters, Twenty-two (Goren, 2014) and Twenty-seven (Galil & Goren, 2014). Chapter Twenty-two presents the entire Mediterranean ichthyofauna. The reader encounters serious defects in both form and content. On the level of form, clearly nobody corrected the proofs: as an example, page 395 contains nonexistent binomial names, such as *Eretmophorus gouania* and *Willdenowi kleinenbergi*, and a table of endemic species in which twelve species are listed with names divided and printed on two different lines. On the level of content, Goren’s list, which was copied from Quignard and Tomasini (2000), fails to take into account that these authors themselves removed some of the listed fishes because they had also been found in the Atlantic and were no longer endemic. Goren’s list of endemic species also includes species removed by recent taxonomical studies, e.g. *Lepidion lepidion* (Risso, 1810). Indeed, Bañón *et al.* (2013) established on the basis of morphological and genetic studies that this fish is present in the Atlantic, where it was previously indicated as *Lepidion eques* (Günther, 1887).

Chapter Twenty-seven (Galil & Goren, 2014) lists the trophic levels of Mediterranean alien fish. According to Galil, there are 106 of these (95 arrived via the Suez Canal, 5 via aquaculture and 6 with ships). The overall trophic level of alien fish is compared with that of Mediterranean native fish given in Goren’s chapter. What is the use of a general description of trophic levels of all Mediterranean fish and of about one hundred alien fish if only one third of them, according to Golani, have a significant presence in Israeli waters and only 18, according to Otero *et al.* (2013) are invasive?

Fishes are embedded in ecosystems and only within these is a comparison of trophic levels possible. As the authors know this (Goren *et al.*, 2013), the purpose of the above-mentioned lengthy ichthyological notes remains unclear.

In her list of alien fish associated with ships, Galil includes two species found in Ligurian waters after 1950 – *Pinguipes brasilianus* Cuvier, 1829 and *Synagrops japonicus* (Döderlein, 1883) – and therefore given in the Fish Atlas (Golani *et al.*, 2002). Two other Ligurian records, from before 1950 – *Cubiceps capensis* (Smith, 1845) (Ariola, 1912; Orsi Relini, 2010) and *Rhinesomus triqueter* (Linnaeus, 1758) (Parona, 1909; Orsi Relini & Lanteri, 2009), which arrived from the South Atlantic and the Caribbean Sea respectively – have been placed by Goren among the native species; the latter group also includes *Auxis thazard* (Lacepède, 1800), which is no longer accepted in the Mediterranean ichthyofauna by specific genetic and systematic studies (Orsi Relini *et al.*, 2008; 2009; Di Natale *et al.*, 2009). It is self-evident that presenting native and alien ichthyofauna in this way contributes to confusion.

Yet, taxonomic knowledge had been recognized as the first requirement for NIS assessment and management (Ojaveer *et al.*, 2014).

Conclusions - Present notes were assembled on request of SIBM as a contribution to a general debate about studies of alien species in Italian waters. As many Italian researchers take part in European studies on this subject, papers appeared in the CIESM Congress 2013 in Marseille were considered an useful starting point.

Fishes are in a flourishing phase of evolution and have peculiar characteristics of active and passive mobility: the large number of fish species, both native and non-native, is at the basis of a series of critical aspects which have been evidenced with the aim to look for possible improvements of present Mediterranean and Italian researches.

Acknowledgements: I am grateful to Dr. Alessandro Franco for help in the preparation of the text and search of literature.

References

- ABELLA A., FIORENTINO F., MANNINI A., ORSI RELINI L. (2008) - Exploring relationships between recruitment of European hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) and environmental factors in the Ligurian Sea and the Strait of Sicily (Central Mediterranean). *J. Marine Syst.*, **71**: 279-293.
- ANDALORO F., FALAUTANO M., PERZIA P., MARICCHIOLO C., CASTRIOTA L. (2012) - Identification and distribution of non-indigenous species in the Mediterranean Sea: the Italian challenges. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, **32**: 13-19.
- ARIOLA V. (1912) - Nuovo pesce abissale del Golfo di Genova (*Cubiceps capensis* Smith). *Rivista Mensile di Pesca e Idrobiologia*, **7**: 185-192.
- AZZURRO E., BARICHE M., BROGLIO E., MAYNOU F. (2013a) - Seawatchers: an interactive website to monitor the occurrences of exotic fishes in the Mediterranean sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 599 p.
- AZZURRO E., BROGLIO E., MAYNOU F., BARICHE M. (2013b) - Citizen science detects the undetected: the case of *Abudefduf saxatilis* from the Mediterranean Sea. *Manage. Biol. Invasions*, **4** (2): 167-170.
- AZZURRO E., PEÑA-RIVAS L., LLORIS D., BARICHE M. (2013c) - First documented occurrence of *Kyphosus incisor* in the Mediterranean Sea. *Mar. Biodivers. Rec.*, **6**: e98.
- BAÑÓN R., ARRONTE J.C., VÁZQUEZ-DORADO S., DEL RIO J.L., DE CARLOS A. (2013) - DNA barcoding of the genus *Lepidion* (Gadiformes: Moridae) with recognition of *Lepidion eques* as a junior synonym of *Lepidion lepidion*. *Mol. Ecol. Res.*, **13**: 189-199.
- BEHRINGER W. (2013) - *Storia culturale del clima: dall'era glaciale al riscaldamento globale*. Bollati Boringhieri Ed.: 352 pp.
- BELLO G., CAUSSE R., LIPEJ L., DULČIĆ J. (2014) - A proposed best practice approach to overcome unverified and unverifiable "first records" in ichthyology. *Cybium*, **38** (1): 9-14.
- BELLO G., LIPEJ L., DULČIĆ J. (2012) - Comments on a finding of *Mobula mobular* (Mobulidae) in the Adriatic Sea. *Cybium*, **36** (4): 575-577.

- BEN RAIS LASRAM F., TOMASINI J.A., GUILHAUMON F., ROMDHANE M.S., DO CHI T., MOUILLOT D. (2008) - Ecological correlates of dispersal success of Lessepsian fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **363**: 273-286.
- BEN SOUISSI J., GOLANI D., MEJRI H., ZAOUALI J., CAPAPÉ C. (2006) - On the occurrence of *Scomberomorus commerson* Lacepède, 1800 (Osteichthyes: Scombridae) off Northern Tunisia (Central Mediterranean). *Cah. Biol. Mar.*, **47**: 215-218.
- BODILIS P., CROSETTA F., LANGENECK J., FRANCOUR P. (2013) - The spread of an Atlantic fish species *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) (Osteichthyes: Haemulidae), within the Mediterranean Sea with new additional records from the French Mediterranean coast. *Ital. J. Zool.*, **80** (2): 273-278
- CARLTON J.T. (1985) - Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **23**: 313-371.
- CARLTON J.T. (2001) - *Introduced species in U.S. coastal waters: environmental impacts and management priorities*. Arlington, Virginia: Pew Ocean Commission: 28 pp.
- COLLETTE B.B., CARPENTER K.E., POLIDORO B.A., JUAN-JORDÁ M.J., BOUSTANY A., DIE D.J., ELFES C., FOX W., GRAVES J., HARRISON L.R., McMANUS R., MINTE-VERA C.V., NELSON R., RESTREPO V., SCHRATWIESER J., SUN C.-L., AMORIM A., BRICK PERES M., CANALES C., CARDENAS G., CHANG S.-K., CHIANG W.-C., DE OLIVEIRA LEITE JR. N., HARWELL H., LESSA R., FREDOU F.L., OXENFORD H.A., SERRA R., SHAO K.-T., SUMAILA R., WANG S.-P., WATSON R., YÁÑEZ E. (2011) - High value and long life - Double jeopardy for tunas and billfishes. *Science*, **333**: 291-292.
- CONVERSI A., FONDA UMANI S., PELUSO T., MOLINERO J.C., SANTOJANNI A., EDWARDS M. (2010) - The Mediterranean Sea regime shift at the end of the 1980s, and intriguing parallelisms with other European basins. *PLoS ONE*, **5** (5): e10633. doi:10.1371/journal.pone.0010633
- DI NATALE A., SROUR A., HATTOUR A., KESKIN C., IDRISSE M., ORSI RELINI L. (2009) - Regional study on small tunas in the Mediterranean including the Black Sea. *FAO, General Fisheries Commission for the Mediterranean, Studies and Reviews*: 146 pp.
- DRAGIČEVIĆ B., DULČIĆ J., (2010) - Fish invasions in the Adriatic Sea. In: D. Golani, B. Appelbaum-Golani (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 255-266.
- EDWARDS M., BEAUGRAND G., HELAOUEÛ P., ALHEIT J., COOMBS S. (2013) - Marine Ecosystem response to the Atlantic multidecadal oscillation. *PLoS ONE*, **8** (2): e57212. doi:10.1371/journal.pone.0057212
- FROESE R., PAULY D. (eds) (2013) - FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (Dec. 2013).
- FROGLIA C., MARCHINI A. (2014) - Considerazioni sulla diffusione di crostacei decapodi alieni nei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 34-36.
- GALIL B., FROGLIA C., NOEL P. (2002) - Crustaceans: decapods and stomatopods. Vol. 2. In: Briand F. (ed), *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 192 pp.
- GALIL B., OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A. (2013) - East is East and West is West - implications of bioinvasion patterns in the Mediterranean Sea for implementation of the MSFD. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 594.
- GALIL B.S. (2008) - Alien species in the Mediterranean Sea - Which, when, where, why? *Hydrobiologia*, **606**: 105-116.
- GALIL B.S., GOREN M. (2014) - Metamorphoses: Bioinvasions in the Mediterranean Sea. In: S. Goffredo, Z. Dubinsky (eds), *The Mediterranean Sea: its history and present challenges*: 463-478.
- GALIL B.S., MARCHINI A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., MINCHIN D., NARŠČIUS A., OJAVEER H., OLENIN S. (2014) - International arrivals: widespread bioinvasions in European Seas. *Ethol. Ecol. Evol.*, **26** (2-3): 151-171.
- GARCIA-SOTO C., PINGREE R.D. (2012) - Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) and sea surface temperature in the Bay of Biscay and adjacent regions. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **92** (2): 213-234.
- GOFFREDO S., DUBINSKY Z. (eds) (2014) - *The Mediterranean Sea: its history and present challenges*. Springer Science + Business Media: 678 pp.
- GOLANI D. (2010) - Colonization of the Mediterranean by Red Sea fishes via the Suez Canal. Lessepsian migrations. In: D. Golani, B. Appelbaum-Golani (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 145-188.

- GOLANI D., APPELBAUM-GOLANI B. (2010) - *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 332 pp.
- GOLANI D., APPELBAUM-GOLANI B. (2012) - Red Sea Fishes in the Mediterranean Sea - History and recent developments (Chapter 11). In: Stambler N. (ed), *Life in the Mediterranean Sea, a look at habitat changes*. Nova Sciences Publishers, Inc. New York: 295-308.
- GOLANI D., FRICKE R., APPELBAUM-GOLANI B. (2013a) - First record of the Senegalese sole, *Solea senegalensis* (Actinopterygii: Pleuronectiformes: Soleidae) from the Mediterranean coast of Israel. *Acta Ichthyol. Piscatoria*, **43** (4): 319-321.
- GOLANI D., ORSI RELINI L., MASSUTÌ E., QUIGNARD J.P. (2002) - Fishes. Vol. 1. In: F. Briand (ed), *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 256 pp.
- GOLANI D., ORSI RELINI L., MASSUTÌ E., QUIGNARD J.P., DULČIĆ J., AZZURRO E. (2013b) - Acceleration of fish invasions in the Mediterranean: a future "sea change"? *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 601.
- GOREN M. (2014) - The fishes of the Mediterranean: a biota under siege. In: S. Goffredo, Z. Dubinsky (eds), *The Mediterranean Sea: its history and present challenges*: 385-400.
- GOREN M., GALIL B.S., DIAMANT A., LEVIT Y. (2013) - The impact of invasive fish populations on the eastern Mediterranean food web. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 593.
- HUREAU J.C., MONOD T. (1973a) - *Checklist of fishes of the North-Eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM)*. Vol. 1. Paris, Unesco: 683 pp.
- HUREAU J.C., MONOD T. (1973b) - *Checklist of fishes of the North-Eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM)*. Vol. 2. Paris, Unesco: 394 pp.
- KATSANEVAKIS S., POURSANIDIS D., YOKES M.B., MAÏÇ V., BEQIRAJ S., KASHTA L., SGHAIER Y.R., ZAKHAMA-SRAIEB R., BENAMER I., BITAR G., BOUZAZA Z., MAGNI P., BIANCHI C.N., TSIKKIROU L., ZENETOS A. (2011) - Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates. *Journal of Biol. Res. Thessaloniki* **16**: 224-236.
- LANGENECK J., MARCELLI M., SIMAK H.C. (2012) - Unexpected alien species in Cyprus waters: *Acanthurus coeruleus* (Actinopterygii: Acanthuridae). *Mar. Biodivers. Rec.*, **5**: e116. doi:10.1017/S1755267212001042
- LOUISY P. (2002) - *Guide d'identification des poissons marins: Europe et Méditerranée*. Les Editions Eugen Ulmer: 430 pp.
- MARCHINI A., FERRARIO J., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2013) - Recent additions to the alien marine biota along Italian coasts. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 887.
- MARQUES A., ROSA R., NUNES M.L. (2014) - Seafood safety and Human health implications. In: S. Goffredo, Z. Dubinsky (eds), *The Mediterranean Sea: its history and present challenges*: 589-603.
- MASSUTÌ E., VALS M., ORDINES F. (2010) - Changes in the western Mediterranean ichthyofauna: signs of tropicalization and meridianization. In: D. Golani, B. Appelbaum-Golani (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 293-312.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Invasions*, **13**: 215-237.
- OJAVEER H., GALIL B.S., MINCHIN D., OLENIN S., AMORIM A., CANNING-CLODE J., CHAINHO P., COPP G.H., GOLLASCH S., JELMERT A., LEHTINIEMI M., MCKENZIE C., MIKUŠ J., MIOSEC L., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PEČAREVIĆ M., PEDERSON J., QUILEZ-BADIA G., WIJSMAN J.W.M., ZENETOS A. (2014) - Ten recommendations for advancing the assessment and management of non-indigenous species in marine ecosystems. *Marine Policy*, **44**: 160-165.
- OLENIN S.F., ALEMANY A., CARDOSO C., GOLLASCH S., GOULLETQUER P., LEHTINIEMI M., MCCOLLIN T., MINCHIN D., MIOSEC L., OCCHIPINTI-AMBROGI A., OJAVEER H., JENSEN K.R., STANKIEWICZ M., WALLENTINUS I., ALEKSANDROV B. (2010) - *Marine Strategy Framework Directive: Task group 2 report - Non-indigenous species*. JRC Scientific and Technological Reports. ICES, Luxembourg: 55 pp.
- ORSI RELINI L. (2001) - Pesci esotici nel Mediterraneo: un aggiornamento sugli immigranti di origine indopacifica ed atlantica. *Biol. Mar. Mediterr.*, **8** (1): 84-93.

- ORSI RELINI L. (2002) - Occurrence of the South American fish *Pinguipes brasilianus* (Pinguipedidae) in the Mediterranean. *Cybium*, **26** (2): 147-149.
- ORSI RELINI L. (2010) - Non-native marine fish in Italian waters. In: D. Golani, B. Appelbaum-Golani (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 267-292.
- ORSI RELINI L., COSTA M.R., RELINI M. (2010a) - First record of the yellow sea chub, *Kyphosus incisor*, in the Mediterranean. *Mar. Biodivers. Rec.*, **3**: e4. doi:10.1017/S1755267209991096
- ORSI RELINI L., GARIBALDI F., LANTERI L., RELINI G. (2013) - Possible use of small mesopelagic ichthyofauna to ascertain GES in oceanic areas of the Mediterranean. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 79-87.
- ORSI RELINI L., LANTERI L. (2009) - Un pesce alieno, a Genova, un secolo fa. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 348-349.
- ORSI RELINI L., LANTERI L. (2013) - Quale tonno? Biodiversità, gestione e scelte commerciali. In: Repetto N., Rossi S. (eds), *Le ragioni del tonno: storia, biologia, pesca e tutela del tonno rosso mediterraneo*. SAGEP Ed.: 175 pp.
- ORSI RELINI L., MANNINI A., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI G. (2006) - Biology and fishery of *Eledone cirrhosa* in the Ligurian Sea. *Fish. Res.*, **78** (1): 72-88.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., LANTERI L., CILLI E., FERRARA G., TINTI F. (2008) - Towards a new taxonomical approach to Mediterranean small tunas of genus *Auxis*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (1): 207-210.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., LANTERI L., TINTI F. (2009) - Between lumpers and splitters, which taxonomical approach to Mediterranean small tunas of genus *Auxis*? ICCAT, *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **64** (7): 2200-2210.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., RELINI M., CIMA C., LANTERI L. (2010b) - Large pelagic fish, swordfish, bluefin and small tunas, in the Ligurian sea: biological characteristics and fishery trends. *Chem. Ecol.*, **26** (1): 341-357.
- ORSI RELINI L., RELINI G. (1988) - An uncommon recruitment of *A. antennatus* (Risso) (Crustacea Decapoda Aristeidae) in the Gulf of Genoa. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31** (2): 10.
- ORSI RELINI L., RELINI G. (2012) - Modified reproductive characteristics in *Aristeus antennatus*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **19** (1): 134-137.
- OTERO M., CEBRIAN E., FRANCOUR P., GALIL B., SAVINI D. (2013) - *Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): a strategy and practical guide for managers*. Malaga, Spain, IUCN: 136 pp.
- PARONA C. (1909) - Esistono gli Ostracionidi nel Mediterraneo? A proposito del rinvenimento di un *Ostracion triquetor* Lin. nelle acque del Porto di Genova. *Atti della Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografia*, **20**: 49-57.
- PATARNELLO T., VOLCKAERT F.A.M.J., CASTILHO R. (2007) - Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? *Mol. Ecol.*, **16** (21): 4426-4444.
- PENNA A. (2014) - Potential allochthonous microalgae in the Mediterranean Sea: a contribution addressing to this statement. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 52-56.
- POR F.D. (2010) - The new Tethyan ichthyofauna of the Mediterranean - historical background and prospect. In: D. Golani, B. Appelbaum-Golani (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea - Change and Renewal*. Pensoft, Sofia: 13-33.
- QUÉRO J.C., HUREAU J.C., KARRER C., POST A., SALDANHA L. (1990a) - *Check-list of the fishes of the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*. Vol. 1. JNICT, Lisbon, Portugal. European Ichthyological Union, Paris. Unesco: 519 pp.
- QUÉRO J.C., HUREAU J.C., KARRER C., POST A., SALDANHA L. (1990b) - *Check-list of the fishes of the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*. Vol. 2. JNICT, Lisbon, Portugal. European Ichthyological Union, Paris. Unesco: 520-1080.
- QUÉRO J.C., HUREAU J.C., KARRER C., POST A., SALDANHA L. (1990c) - *Check-list of the fishes of the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*. Vol. 3. JNICT, Lisbon, Portugal. European Ichthyological Union, Paris. Unesco: 1081-1331.
- QUIGNARD J.P., TOMASINI J.A. (2000) - Mediterranean fish diversity. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (3): 1-66.
- QUOY J.R.C., GAIMARD P. (1824) - Zoologie. Poissons. In: de Freycinet L. (ed), *Voyage autour du monde...exécute' sur les corvettes de S.M. l'Uranie et la Physicienne, pendant les années 1817, 1818, 1819 et 1820*. Paris: 183-401, pl 43-65.

- RELINI G. (ed) (2008) - Checklist della Flora e della Fauna dei Mari Italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 1-385 + 49.
- RELINI G. (ed) (2010) - Checklist della Flora e della Fauna dei Mari Italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 387-828 + 68.
- RELINI G., SARTOR P., ORSI RELINI L., PICCINETTI C. (2011) - Evoluzione dello stato delle risorse demersali. In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF): 182-188.
- RELINI G., SARTOR P., ORSI RELINI L., PICCINETTI C. (2011) - Evolution of the state of demersal resources. In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF): 127-131.
- SIMBERLOFF D. (2011) - How common are invasion-induced ecosystem impacts? *Biol. Invasions*, **13**: 1255-1268.
- TORCHIO M. (1969) - Minacce per l'ittiofauna Mediterranea: le forme esotiche. *Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano*, **109** (1): 91-96.
- TORTONESE E. (1986) - Fam. Kyphosidae pp. 912-913. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (1986a), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (FNAM). Vol. 2. Paris, Unesco: 517-1007.
- VERLAQUE M., RUITTON S., MINEUR F., BOUDOURESQUE C.F. (2009) - CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 4. Macrophytes. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix4.html>
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) - *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (FNAM). Vol. 1. Paris, Unesco: 510 pp.
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1986a) - *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (FNAM). Vol. 2. Paris, Unesco: 517-1007.
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1986b) - *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (FNAM). Vol. 3. Paris, Unesco: 1013-1473.
- ZENETOS A., GOFAS S., MORRI C., ROSSO A., VIOLANTI D., GARCIA RASO J.E., ÇINAR M.E., ALMOGI-LABIN A., ATEŞ A.S., AZZURRO E., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., BILECENOGLU M., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., HYAMS-KAPHZAN O., KARACHLE P.K., KATSANEVAKIS S., LIPEJ L., MASTROTOTARO F., MINEUR F., PANCUCCI-PAPADOPOULOU M.A., RAMOS ESPLA A., SALAS C., SAN MARTIN G., SFRISO A., STREFTARIS N., VERLAQUE M. (2012) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (2): 328-352.
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G., TEMPLADO J. (2003) - Molluscs. Vol. 3. In: F. Briand (ed), *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 376 pp.

A. PENNA

Dipartimento di Scienze Biomolecolari (DISB), Università di Urbino,
Viale Trieste, 296 - 61121 Pesaro, Italy.
antonella.penna@uniurb.it

POTENTIAL ALLOCHTHONOUS MICROALGAE
IN THE MEDITERRANEAN SEA:
A CONTRIBUTION ADDRESSING TO THIS STATEMENT

*MICROALGHE POTENZIALMENTE ALLOCTONE
IN MAR MEDITERRANEO:
UN CONTRIBUTO PER IL CHIARIMENTO DELLA PROBLEMATIC*

Abstract - The potential introduction of phytoplankton and phytobenthos species in the Mediterranean Sea is discussed. Some aspects of the difficulty to identify allochthonous species are illustrated. Main cases of potential and controversial introduced microalgal species are highlighted.

Key-words: allochthonous species, distribution, invasive species, Mediterranean Sea, phytoplankton.

Introduction - The introduction of phytoplanktonic species in the Mediterranean Sea is extremely difficult to demonstrate and document. In general, the micro-phytoplanktonic organisms can be transported by currents, attached to mechanical supports as wood, plastics, and feet of migratory birds or mediated by human maritime activities, as ship's ballast waters, translocation of molluscs through aquaculture practice, or fouling. Firstly, to prove the evidence that a species is allochthonous requires high level of knowledge of the spatial distribution in a given area. Microalgal invasions considered as potential consequence of species introduction are evident only when environmental changes in an area, as high biomass proliferation and water discoloration, toxic events or harmful impacts to humans and animals, occur (Zingone and Wyatt, 2005). The spatial distribution and biodiversity of phytoplankton in the Mediterranean Sea is not exhaustively known, even a recent and up-dated check-list of the Italian microalgal species has been published (Cabrini, 2010). Substantially, it is difficult to acquire information on alien phytoplanktonic species in wide areas of the Mediterranean Sea (Zenetos *et al.*, 2010). Firstly, it has to be taken into consideration that suspected microalgal allochthonous species was already present as component of the rare, hidden and unsampled phytoplankton cells; then, it is evident the difficulty to sample properly the phytoplankton cells. Further, some species are difficult to be preserved with fixatives, as the small or large flagellates, that make the microscopy recognition greatly difficult. Lastly, phytoplanktonic species can be hardly identified by traditional microscopy techniques especially for nano and picoplankton species. Therefore, the use of alternative methods, such as molecular techniques, pigment HPLC analyses, electron scanning microscopy, is required (Mangoni *et al.*, 2008). Due to these motives, it is very important considering that a potential alien phytoplanktonic species was already present as rare or hidden species in the Mediterranean Sea. Useful information comes when background knowledge on phytoplankton distribution is available for sites where time series over a long-term period are provided. Some Italian Marine Research Centers have this information about the long-term distribution and abundance fluctuations of target phytoplanktonic species. In recent years, some diatom species, as *Skeletonema tropicum* Cleve, 1900 and *Pseudo-nitzschia multistriata* (Takano) Takano, 1995, appeared in the northern Mediterranean Sea (Kooistra *et al.*, 2008). The recent and suddenly appearance at increased abundance of these species

inferred the consideration of an hypothetical introduction in the Mediterranean Sea, as well as the event of rare species never sampled until recently. Further, the appearance of these species can be related to a marginal expansion from southern Mediterranean Sea toward the northern coastal areas. It happens also that some species can be retrieved very seldom in target areas far from each other suggesting that the species originated in one of the two places are transported to the other, but no data are provided to establish where is the species's origin. Some potentially introduced species in the Mediterranean Sea have been considered over last years. The toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech, 1985 is long time debated if it is an allochthonous species. Firstly, *A. catenella* was detected in the Balearic Sea, then along the Spanish coast since 1996 (Vila *et al.*, 2001). In Italy, the first report dated back to 1999 year in Olbia harbour, Sardinia (Lugliè *et al.*, 2003); then, it was retrieved successfully at Olbia Bay during the spring-summer-autumn periods, and now from 2010 year at Siracusa Bay (Giacobbe M.G. pers. comm.). The *A. catenella* has been considered mostly an invasive species along the Spanish and French coasts where it causes huge toxic blooms with negative impacts on aquacultures. It was also found on the Tunisian coast. Therefore, it seems that its range is expanding across the Mediterranean Sea. The Italian, French and Spanish *A. catenella* cultured isolates were genetically analysed based on ITS-5.8S rDNA sequences. These rDNA ribosomal markers resulted useful in delineating the phylogenetic position of this species in the genus *Alexandrium* as well as in determining relationships between *A. catenella* isolates from different geographic areas. The phylogenetic position of the Mediterranean *A. catenella* ribotype, when compared to the "*Alexandrium tamarense*/*catenella*/*fundyense* species complex", fits this species complex well. All the Mediterranean *A. catenella* isolates were constituted by only one genetic ribotype. By comparing the isolate sequences with those of other geographic areas, it revealed that the Mediterranean *A. catenella* ribotype was closely related to the *A. catenella* from Japan, Western Pacific Ocean. In the study of Penna *et al.* (2005a), the statistical parsimony analysis seemed to indicate a close relationship between the single Mediterranean haplotype and Asian haplotypes. It was also evident that in temperate Japanese waters, a genetic variability was detected within *A. catenella* isolates; in fact, all strains resulted divergent showing as many as 15 mutational steps. Thus, it is possible that the founder of the Mediterranean *A. catenella* group was located in the temperate Asian areas. This finding can be considered a quite recent phenomenon. It seemed that the mutation process had not sufficient time to introduce new variants despite the fact that the ITS-5.8S rDNA mutational rate is rather fast, generating new haplotypes in a relatively short period of time. Moreover, from the time the Mediterranean group was established, no hybridization between local and imported genotypes has occurred. Thus, the possibility that *A. catenella* has been recently introduced into the Mediterranean basin from temperate Asian areas was hypothesized. Therefore, Mediterranean *A. catenella* isolates were included in the Temperate Asian clade (TA clade), close related to Japanese *A. catenella* based on ITS-5.8S rDNA phylogenetic analyses (Penna *et al.*, 2005a). Now, *A. catenella* is classified as *A. tamarense* (Lebour) Balech, 1995 complex Group IV originating from Asian areas. But, recent molecular analyses of French Thau Lagoon isolates based on microsatellites were performed. A genetic analysis of 61 Mediterranean and 23 Japanese isolates using both ribosomal and microsatellite markers was carried out (Masseret *et al.*, 2009). Whereas the phylogeny based on ribosomal markers tended to confirm the previous findings, the analysis of microsatellite sequences revealed an unexpected distinction between the French and Japanese populations. This analysis also highlighted great intraspecific diversity that was not detected with the rRNA gene markers. The Japanese isolates are divided

into two differentiated *A. catenella* lineages: the Sea of Japan lineage and the east coast lineage, which includes populations from the Inland Sea and the Pacific Ocean. *A. catenella* isolates from Thau Lagoon belong to another lineage. These findings indicated that microsatellite markers are probably better suited to investigate the population genetics of this species that is distributed worldwide. The Mediterranean population was shown to be a distinct lineage from Temperate Asian clade/Group IV and therefore other origins have now to be explored. Anyway, this relevant contribution represented a very preliminary scenario of *A. catenella* diversity, because a great number of isolates from Mediterranean Sea needs to be analysed in comparison with a number as high as possible of other *A. catenella* isolates from worldwide. In general, we have to be still cautious about the origin of this species in Mediterranean Sea until a more complete population genetic analysis will be done and also about the definition of taxonomic species. In fact, the Asian *A. catenella* Group IV is a different species from *A. catenella* Group I from type locality in California. The organisms called *A. catenella* in the Eastern Pacific (West USA coast and Chile) and in South Africa correspond to Group I that is the real *A. catenella*. We can suggest calling *A. cf. catenella*, which is the species belonging to the Group IV.

Also new attention was recently given to phytobenthic species. The *Ostreopsis cf. ovata* Fukuyo, 1981 bloom was not detected in the Italian coasts until 1998 in Tuscany, even if the first discovery of *Ostreopsis* dated back to 1972 at Villefranche. *O. cf. ovata* has impact on humans with toxic aerosols, and in many cases on benthic fauna during intense blooms. The origin of the toxic dinoflagellate *O. cf. ovata* occurrence in the Mediterranean Sea is highly debated and it is controversial based on genetic findings, since this species was previously known from tropical areas. A hypothesis sustains that *Ostreopsis*, already present in the Mediterranean Sea, could be a rare species, not sampled and identified only in 1972. Only recently, from the end of 1990's, *Ostreopsis* produced high biomass and invasive blooms. Various hypotheses have been formulated to explain this phenomenon, as the climate change associated to high temperature, nutrients, and salinity or predatory behaviour. But, none of these factors is considered certain to clarify the *Ostreopsis* invasion in the Mediterranean Sea. In the Mediterranean Sea, the *Ostreopsis* blooms are mainly caused by *O. cf. ovata* that produces several ovatoxins, which are analogues of the palytoxin (Ciminiello *et al.*, 2010). In Italy, *O. cf. ovata* is included in the Atlantic/Mediterranean clade that is well differentiated by the Indo-Pacific clades (Penna *et al.*, 2005b, 2010). In particular, *O. cf. ovata* constitutes a complex species or ribotypes geographically distributed from temperate to tropical areas characterized by palytoxins production variability (Sato *et al.*, 2011; Uchida *et al.*, 2013). Moreover, *O. cf. ovata* forms a genetically characterized and homogeneous population in the Atlantic/Mediterranean area, especially in the Mediterranean Sea (Battocchi *et al.*, 2010; Penna *et al.*, 2010). These evidences suppose an Atlantic/Mediterranean origin of the species without a well-defined gene flow (Penna *et al.*, 2010). But, a recent hypothesis states that *O. cf. ovata* has been introduced in the Mediterranean Sea from Japan by human ways because a number, very low, of Japanese isolates are genetically similar to Mediterranean *O. cf. ovata* isolates based on the ITS-5.8S rDNA sequences (Sato *et al.*, 2011). Therefore, the *O. cf. ovata* is now considered a complex species based on the high number of individuals sequenced from Atlantic, including the Mediterranean Sea, and Pacific areas and complexity of the genetic species identification is evident. The geographic origin of *Ostreopsis* is now controversial and exposed to different interpretations that need to be further demonstrated.

Conclusions - Few microalgal species are considered exotic. Very often their origin is controversial. In some cases, species considered allochthonous might turn out to be component of a “hidden flora” or they expanded from unexplored areas of the Mediterranean Sea. Their emergence or invasion may be attributed to climate change or other factors that can alter the environment favouring their blooming and thus, their detection. In conclusion, it is very hard to demonstrate whether microalgal species are alien in the Mediterranean Sea since they can belong to the rare component of the plankton and that the species were missed in previous surveys or that their range have expanded from unexplored southern or eastern Mediterranean areas.

References

- BATTOCCHI C., TOTTI C., VILA M., MASÒ M., CAPELLACCI S., ACCORONI S., RENÉ A., SCARDI M., PENNA A. (2010) - Monitoring toxic microalgae *Ostreopsis* (Dinoflagellate) species in coastal waters of the Mediterranean Sea using molecular PCR-based assay combined with light microscopy. *Mar. Pollut. Bull.*, **60**: 1074-84.
- CABRINI M. (2010) - *Phytoplankton & microphytobenthos*. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei Mari Italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 685-800.
- CIMINIELLO P., DELL'AVERSANO C., IACOVO E.D., FATTORUSSO E., FORINO M., GRAUSO L., TARTAGLIONE L., GUERRINI F., PISTOCCHI R. (2010) - Complex palytoxin-like profile of *Ostreopsis ovata*. Identification of four new ovatoxins by high-resolution liquid chromatography/mass spectrometry. *Rapid. Commun. Mass Sp.*, **24**: 2735-2744.
- KOOISTRA W.H.C.F., SARNO D., BALZANO S., GU H., ANDERSEN R.A., ZINGONE A. (2008) - Global diversity and biogeography of *Skeletonema* species (Bacillariophyta). *Protist*, **159**: 177-193.
- LUGLIÈ A., GIACOBBE M.G., SANNIO A., FIOCCA F., SECHI N. (2003) - First record of the dinoflagellate *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech (Dinophyta), a potential producer of paralytic shellfish poisoning, in Italian waters (Sardinia, Tyrrhenian Sea). *Bocconea*, **16**: 1045-1051.
- MANGONI O., MODIGH M., MOZETIC P., BERGAMASCO A., RIVARO P., SAGGIOMO V. (2008) - Structure and photosynthetic properties of phytoplankton assemblages in a highly dynamic system, the Northern Adriatic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **77**: 633-644.
- MASSERET E., GRZEBYK D., NAGAI S., GENOVESI B., LASSERRE B., LAABIR M., COLLOS Y., VAQUER A., BERREBI P. (2009) - Unexpected genetic diversity among and within populations of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* as revealed by nuclear microsatellite markers. *Appl. Environ. Microbiol.*, **75**: 2037-2045.
- PENNA A., FRAGA S., BATTOCCHI C., CASABIANCA S., RIOBÒ P., GIACOBBE M.G., VERNESI C. (2010) - A phylogeography study of the toxic benthic genus *Ostreopsis* Schmidt. *J. Biogeogr.*, **37**: 830-841.
- PENNA A., GARCÉS E., VILA M., GIACOBBE M.G., FRAGA S., LUGLIÈ A., BRAVO I., BERTOZZINI E., VERNESI C. (2005a) - *Alexandrium catenella* (Dinophyceae), a toxic ribotype expanding in the NW Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, **148**: 13-23.
- PENNA A., VILA M., FRAGA S., GIACOBBE M.G., ANDREONI F., RIOBÒ P., VERNESI C. (2005b) - Characterization of *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) isolates in the Western Mediterranean Sea based on morphology, toxicity and internal transcribed spacer 5.8S rDNA sequences. *J. Phycol.*, **41**: 212-225.
- SATO S., NISHIMURA T., UEHARA K., SAKANARI H., TAWONG W., HARIGANEYA N., SMITH K., RHODES L., YASUMOTO T., TAIRA Y., SUDA S., YAMAGUCHI H., ADACHI M. (2011) - Phylogeography of *Ostreopsis* along West Pacific Coast, with Special Reference to a Novel Clade from Japan. *PLoS ONE*, **6** (12), doi: 10.1371/journal.pone.0027983.
- UCHIDA H., TAIRA Y., YASUMOTO T. (2013) - Structural elucidation of palytoxin analogs produced by the dinoflagellate *Ostreopsis ovata* IK2 strain by complementary use of positive and negative ion liquid chromatography/quadrupole time- of- flight mass spectrometry. *Rapid. Commun. Mass Sp.*, **27**: 1999-2008.

- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., ÇINAR M.E., GARCÍA RASO J.E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOGLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTÍN G., GIANGRANDE A., KATAĞAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLÁ A., MASTROTOTARO F., OCAÑA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Medit. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.
- ZINGONE A., WYATT T. (2005) - Harmful algal blooms: keys to the understanding of the phytoplankton ecology. In: Robinson A.R., Brink K.H. (eds), *The Sea*. Harvard University Press, Harvard: 867-926.
- VILA M., GARCÉS E., MASO M., CAMP J. (2001) - Is the distribution of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* expanding along the NW Mediterranean coast? *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **222**: 73-83.

G. SARÀ, V. MONTALTO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo,
Viale delle Scienze, Ed. 16 – 90128 Palermo, Italia.
gianluca.sara@unipa.it

I TRATTI FUNZIONALI DELLE SPECIE E LA NICCHIA ECOLOGICA PER PREDIRE LE INVASIONI BIOLOGICHE MARINE IN UN CONTESTO DI *GLOBAL CLIMATE WARMING*

FUNCTIONAL TRAITS AND ECOLOGICAL NICHE TO PREDICT MARINE BIOLOGICAL INVASIONS UNDER A CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE WARMING

Abstract - *A coupled biophysical ecology (BE)-bioenergetic mechanistic modelling approach is used to generate spatially-explicit predictions of physiological performance (maximal size and reproductive output) for the invasive mussel, Brachidontes pharaonis. We ran models under subtidal and intertidal conditions. A BE-DEB approach enabled an assessment of how the physical environment affects the potential distribution of B. pharaonis. Combined with models of larval dispersal, this approach can provide estimates of the likelihood that an invasive species will become established.*

Key-words: *bioenergetics, mechanistic modelling, invasive Lessepsian species, Brachidontes pharaonis, Mediterranean Sea.*

Introduzione - Predire le *performance* biologiche e i principali tratti delle storie vitali (LH), come fecondità e dimensioni, di specie invasive marine è una sfida cruciale per la comprensione delle dinamiche future delle invasioni biologiche (Sarà *et al.*, 2014). La probabilità che una specie invasiva colonizzi un nuovo habitat deriva dal prodotto tra la probabilità che individui adulti, giovanili o stadi larvali raggiungano le nuove località, l'idoneità dei tratti funzionali (*i.e.* fisiologici, comportamentali e morfologici; *sensu* Shoener, 1986) della specie alle nuove condizioni ambientali del sito ricevente con il tasso di interazione con le specie native. La maggior parte degli approcci usati sino ad oggi per studiare la probabilità di successo delle specie invasive e l'ampiezza dell'areale biogeografico potenzialmente occupabile ha basi statistico-correlative. Infatti la combinazione del range attuale di distribuzione con le caratteristiche ambientali dei siti occupati permette di inferire sulle dinamiche future di invasione. Tuttavia, nel caso specifico, gli attuali confini di distribuzione di una specie invasiva (*i.e.* lo spazio realizzato della nicchia ecologica) non sempre risultano essere i migliori "predittori" della capacità potenziale di una specie di colonizzare nuovi ambienti. Invece, i confini dello spazio fondamentale della nicchia ecologica di una specie - spesso identificabili con i limiti di tolleranza dei tratti funzionali - permettono di aumentare l'accuratezza delle predizioni di invasione. L'abilità di predire quantitativamente i tassi di crescita e di riproduzione di una specie invasiva è particolarmente importante in un contesto di *climate change* (CC). Il CC ha il potenziale di rendere idonee aree prima non colonizzate alle nuove invasioni grazie alle modificazioni ambientali indotte dagli stressor climatici. Recenti approcci meccanicistici, basati su modelli bioenergetici dinamici di tipo DEB (Kooijman, 2010), possono fornire importanti e potenti strumenti per la predizione dei *pattern* di riproduzione e delle risposte sub-letali al cambiamento ambientale, soprattutto quando essi sono in grado di fornire predizioni spazio-temporali esplicite di come tale variazione influenza i tratti funzionali di un organismo invasivo (*e.g.* la temperatura somatica; Sarà *et al.*, 2011). Tali metodi assumono anche maggiore importanza allorché, come proposto di recente, il primo impatto del CC si baserebbe

su risposte sub-letali a carico di accrescimento e riproduzione (Monaco e Helmuth, 2011). Qui presentiamo un caso di studio con un bivalve Lessepsiano, *Brachidontes pharaonis*, che riassume le potenzialità di un approccio basato sullo studio dei tratti funzionali integrato con modelli biofisici, bioenergetici DEB e climatici per generare predizioni sull'areale futuro di distribuzione di questa specie invasiva in Mediterraneo.

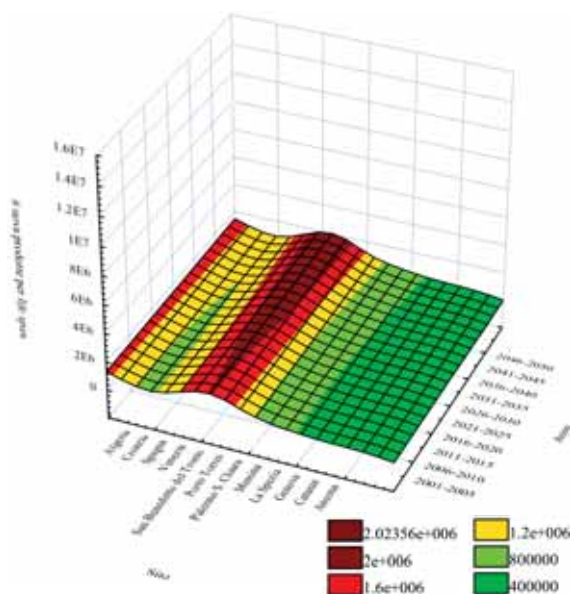
Materiali e metodi - Le simulazioni in ambito biofisico-DEB sono state effettuate utilizzando la temperatura corporea (BT) subtidale ed intertidale e la disponibilità di cibo come *driver* per i tratti delle LH di *B. pharaonis* in 12 siti mediterranei. Le stime della quantità di cibo disponibile per i bivalvi in ciascuna località, sono state ottenute utilizzando un dataset satellitare mensile di clorofilla-*a* (EMIS, <http://emis.jrc.ec.europa.eu>). I dati di BT sono stati ottenuti dalle serie termiche elaborate conformemente allo scenario di emissione A1B (IPCC, 2007) ed usate come *proxy* della BT che questo organismo potrebbe ritrovarsi ad affrontare in un contesto di incremento termico climatico. Sebbene infatti, nel caso di simulazioni in condizioni subtidali (continua immersione) la BT dei bivalvi coincide con quella del mezzo ambiente, durante le fasi di bassa marea questi organismi si trovano ciclicamente (i.e. 6 h) esposti in condizioni ambientali simili a quelle 'terrestri'. Dunque la loro BT è funzione anche di fattori atmosferici (Helmuth, 1998). Quindi, nel tracciare lo spazio di nicchia occupato in intertidale in vista del cambiamento climatico, le simulazioni sono state condotte implementando i modelli subtidali con informazioni relative alle previsioni di marea utilizzando il programma WXTide32 (<http://www.wxtide32.com/>) ed ai valori di irradianza, ottenuti mediante il sistema GIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>). Maggiori dettagli sono riportati in Sarà *et al.* (2013a,b, 2014).

Risultati - *B. pharaonis* è considerata una tra le specie aliene maggiormente dannose nel Mediterraneo e queste simulazioni hanno permesso di tracciare le possibili rotte di colonizzazione lungo le aree centro-occidentali del Mediterraneo. Nel contesto ambientale predetto dallo scenario A1B IPCC (2007), si evidenzia una potenziale tendenza all'aumento dell'espressione dei principali tratti vitali della specie (e.g. numero di uova prodotte durante un ciclo vitale di 5 anni; Fig. 1). Questo permette di ipotizzare variazioni non significative nello spazio di nicchia occupabile da questa specie sia in ambienti inter- che subtidali. Questo aspetto potrebbe apparire contrastante con quanto ipotizzato finora dai più importanti studi riguardanti i probabili effetti dei cambiamenti climatici sugli organismi marini, sebbene alle variazioni di temperatura predette dallo scenario è associata in media una variazioni in temperatura corporea di questi organismi di circa 2 °C dal 2001 al 2050.

Conclusioni - I vantaggi nell'utilizzo di un approccio integrato biofisico-bioenergetico derivano da importanti implicazioni che stanno alla base di una quantificazione meccanicistica dei tratti funzionali specie-specifici (e.g. massima taglia raggiunta da un individuo, etc.) ed il ruolo che questi tratti potrebbero giocare negli studi di macro-ecologia (Tyler *et al.*, 2012). Esso si rivela un utile supporto per la comprensione dei meccanismi che stanno dietro i *pattern* di biodiversità su larga scala, e permette di legare in maniera funzionale i tratti delle specie ad abbondanza e distribuzione (Buckley e Freckleton, 2010; Verberk *et al.*, 2010). Tale tipo di informazione risulta preziosa anche in caso di valutazione di rischio di invasione da parte di specie alloctone e per predire gli effetti degli invasori sulla biodiversità marina (Sarà *et al.*, 2013b).

Fig. 1 - Un esempio con 12 siti delle stime del potenziale riproduttivo (espresso come numero di uova prodotte per *life span*) di *B. pharaonis* predette secondo lo scenario A1B in 12 siti mediterranei.

Estimates of reproductive potential (expressed as number of eggs produced per life span) of B. pharaonis within 12 sites along the Mediterranean Sea under the IPCC-A1B scenario.



Bibliografia

- BUCKLEY H.L., FRECKLETON R.P. (2010) - Understanding the role of species dynamics in abundance–occupancy relationships. *J. Ecol.*, **98**: 645-658.
- HELMUTH B. (1998) - Intertidal mussel microclimates: predicting the body temperature of a sessile invertebrate. *Ecol. Monogr.*, **68**: 51-74.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2007) - Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. In: M.L. Parry *et al.* (eds), *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.: 976 pp.
- KOOIJMAN S.A.L.M. (2010) - *Dynamic Energy Budget theory for metabolic organisation*. 3rd Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- MONACO C.J., HELMUTH B. (2011) - Tipping points, thresholds, and the keystone role of physiology in marine climate change research. *Adv. Mar. Biol.*, **60**: 123-160.
- SARÀ G., KEARNEY M., HELMUTH B. (2011) - Combining heat-transfer and energy budget models to predict local and geographic patterns of mortality in Mediterranean intertidal mussels. *Chem. Ecol.*, **27**: 135-145.
- SARÀ G., PALMERI V., MONTALTO V., RINALDI A., WIDDOWS J. (2013a) - Parameterisation of bivalve functional traits for mechanistic eco-physiological Dynamic Energy Budget (DEB) models. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **480**: 99-117.
- SARÀ G., PALMERI V., RINALDI A., MONTALTO V., HELMUTH B. (2013b) - Predicting biological invasions in marine habitats through eco-physiological mechanistic models: a study case with the bivalve *Brachidontes pharaonis*. *Divers. Distrib.*, **19**: 1235-1247.
- SARÀ G., RINALDI A., MONTALTO V. (2014) - Thinking beyond organism energy use: a trait-based bioenergetic mechanistic approach for predictions of life history traits in marine organisms. *Mar. Ecol.*, **35** (4): 506-515.
- SCHOENER T.W. (1986) - Mechanistic approaches to community ecology: a new reductionism? *Am. Zool.*, **26**: 81-106.
- TYLER E.H.M., SOMERFIELD P.J., BERGHE E.V., BREMNER J., JACKSON E., LANGMEAD O., PALOMARES M.L.D., WEBB T.J. (2012) - Extensive gaps and biases in our knowledge of a well-known fauna: implications for integrating biological traits into macroecology. *Global Ecol. Biogeogr.*, **21**: 922-934.
- VERBERK W.C.E.P., VAN DER VELDE G., ESSELINK H. (2010) - Explaining abundance–occupancy relationships in specialists and generalists: a case study on aquatic macroinvertebrates in standing waters. *J. Anim. Ecol.*, **79**: 589-601.

A. SFRISO, A. MARCHINI*

Department of Environmental Sciences, Informatics & Statistics, University Ca' Foscari Venezia,
Calle Larga, S. Marta, 2137 - 30123 Venice, Italy.
sfrisoa@unive.it

*Department of Earth and Environmental Sciences, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italy.

UPDATING OF NON-INDIGENOUS MACROALGAE IN THE ITALIAN COASTS: NEW INTRODUCTIONS AND CRYPTIC SPECIES

AGGIORNAMENTO DELLE MACROALGHE ALIENE DELLE COSTE ITALIANE: NUOVE INTRODUZIONI E SPECIE CRIPTICHE

Abstract - A revision of the number of NIS in the Italian coasts shows an alarming increase of alien macroalgae: from 35 taxa in 2012 to 52 taxa in 2014, out of which many are invasive, potentially invasive or punctual records, while others are cryptic species requiring further investigation. The Venice Lagoon is the Italian site with more reports accounting for 54% of the total NIS recorded in the Italian coasts and looks like a hotspot from which NIS can be exported in other environments. The decade characterized by higher number of new NIS records was 1991-2000 and the vector responsible of the major number of introductions was aquaculture (mollusc importation for shellfish culture and live seafood trade) followed by vessels.

Key-words: alien macroalgae, Italian coasts, new introductions, cryptic species, invasive species.

Over the last three decades the Mediterranean Sea has been colonized by an increasing number of non indigenous species (NIS) (Zenetos *et al.*, 2010, 2012) and the Italian coasts, especially the transitional systems, are particularly affected by this invasion because they often host human activities associated with the most important pathways of introduction: shipping, shellfish culture, recreational boating and live seafood trade (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011; Petrocelli *et al.*, 2013). The number of NIS is continuously evolving, because new species are being introduced or identified and new taxonomical, biogeographical or molecular evidences demonstrate an exotic origin of species previously believed to be native, or a native origin of formerly known "aliens". The continuous update, check and validation of NIS records is therefore crucial to provide reliable and up-to-date lists of NIS, a requirement of the European Community (2008). The list of non-indigenous macroalgae in Italy, in particular, has been experiencing relevant changes in the very recent years: Occhipinti-Ambrogi *et al.* (2011) provided a list of 32 non-indigenous macroalgae, updated to 2009. One year after, the "Allocthonous Species Group" (GSA) of the SIBM produced a new list, updated to 2012, containing 35 taxa: 3 Chlorophyta, 5 Ochrophyta, 26 Rhodophyta and 1 aquatic angiosperm (GSA-SIBM, 2012). That list included 7 species considered invasive: *Asparagopsis armata* Harvey, *Caulerpa cylindracea* Sonder, *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh, *Codium fragile* subsp. *fragile* (Suringar) Hariot, *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt and *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar. Other 6 species are considered potentially invasive: *Acrothamnion preissii* (Sonder) E.M. Wollaston, *Hypnea flexicaulis* Y. Yamagishi & M. Masuda, *Grateloupia turuturu* Yamada, *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz, *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris and *Halophila stipulacea* (Forsskål) Ascherson (Zenetos *et al.*, 2010).

In this account, we present a revision of the non-indigenous macrophytes in Italy with additions up to March 2014 (Tab. 1, Fig. 1). The updated list shows that the number of NIS has strongly increased, although some species present in the

2012 list have now been deleted because either cryptogenic: *Apoglossum gregarium* (E.Y. Dawson) M.J. Wynne; *Palisada maris-rubri* (K.W. Nam & Saito) K.W. Nam, *Chondria polyrhiza* F.S. Collins & Hervey, or possible misidentification: *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne.

At present the number of non-indigenous macroalgae in Italy is 52, accounting for 8 Chlorophyta, 9 Ochrophyta, 34 Rhodophyta and 1 aquatic angiosperm. Records of other new species not yet accompanied by a published reference were provisionally not included such as the Rhodophyta *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux.

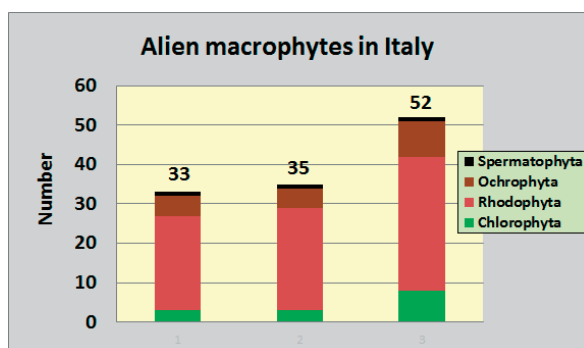


Fig. 1 - Updating of alien macrophytes in 2009 (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011), in 2010 (GSA-SIBM, 2012) and in 2014.

Aggiornamento delle macrofite aliene nelle coste italiane nel 2009 (Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011), nel 2010 (GSA-SIBM, 2012) e nel 2014.

Other species require confirmation of identification, such as the Rhodophyta *Spermothamnion cymosum* (Harvey) De Toni recorded in the Lagoon of Venice in 2010 (Armeli-Minicante, 2014) and *Polysiphonia paniculata* Montagne reported in Sardinia and Sicily (Verlaque *et al.*, 2009).

Finally, the insufficient information on some cryptic species justifies their temporary exclusion from the list of NIS of the Italian coasts, until new evidence will eventually clarify their identity and their non-indigenous status. Out of these doubtful records: *Apoglossum gregarium* (E.Y. Dawson) M.J. Wynne, reported from the Tuscan Archipelago (Sartoni & Boddi, 1993) in deep waters, which might have been present there for a long time, but never being reported as it is a diminutive species. Another example is *Grateloupia minima* P.L. Crouan & H.M. Crouan, a red alga, found in the Mar Piccolo of Taranto in March 2010 (Petrocelli *et al.*, 2012) and earlier (2008) in the Thau Lagoon, France. It is a species from the Atlantic coasts of France, Spain and Portugal (De Clerck *et al.*, 2005) that might have entered naturally in the Mediterranean Sea for simple natural range extension. In addition, *G. minima* is very similar to its Mediterranean congeneric *Grateloupia filicina* (J.V. Lamouroux) C. Agardh, from which it was only recently distinguished after molecular analysis (De Clerck *et al.*, 2005).

Punctaria tenuissima (C. Agardh) Greville is another species that requires a confirmation. It has been recently put into synonymy with *Punctaria latifolia* Greville, the latter being a native macroalga of the Mediterranean Sea.

Among the new entries: *Ascopyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis was recorded in the coasts of Tuscany and in the Mar Piccolo of Taranto. The likely pathway of

Tab. 1 - List of non indigenous species (NIS) in the Italian coasts updated up to March 2014.
 Lista delle specie non indigene (NIS) nelle coste italiane aggiornata a marzo 2014.

	Taxa	First record		Vectors	Condition	Origin	References
		Italy	Venice				
1	<i>Acartthamion preissii</i> (Sonder) E.M. Wollaston	1966	2003	Vessels (Fouling)	Established	Indo-Pacific	Cinelli & Sartoni (1969)
2	<i>Agardhiella subulata</i> (C. Agardh) Kraft & M.J. Wynne	1987	2003	Aquaculture	Established	Circumboreal	Cecere (1989)
3	<i>Aglaothamion jeldhamiae</i> Hatos	1975	2003	Vessels (Fouling)	Established	Boreo-Atlantic	Sartoni & Sarti (1976)
4	<i>Antithamion amphigenum</i> A.J.K. Millar	1996		Vessels (Fouling)	Established	Pacific	Rindl <i>et al.</i> (1996)
5	<i>Antithamion hubbsi</i> E.Y. Dawson as <i>A. pectinatum</i> (Montagne) J. Brauner	1994	1994	Aquaculture, Vessels	Established	Pacific	Curlet <i>et al.</i> (1996a)
6	<i>Antithamionella boergeseni</i> (Cormaci & G. Furnari) Athanasiadis	1991	1980	Unknown	Casual	Indo-Pacific	Cormaci & Furnari (1988)
7	<i>Antithamionella elegans</i> (Berthold) J.H. Price & D.M. John	1882		Unknown	Casual	Unknown	Berthold (1882)
8	<i>Antithamionella elegans</i> var. <i>sublittoralis</i> (Setchell & Gardner)	1980		Unknown	W Atlantic	Unknown	Cormaci & Furnari (1988)
9	<i>Antithamionella spirographidis</i> (Schiffner) E.M. Wollaston	1995	1995	Aquaculture, Vessels	Established	Indo-Pacific	Curlet <i>et al.</i> (1996b)
10	<i>Ascopryllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis	2009		Culture	Casual	North-Atlantic	Petrocchi <i>et al.</i> (2013)
11	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey	1955		Vessels (Fouling)	Established	Cosmopolitan	Funk (1955)
12	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Dellé) Trevisan de Saint-Léon (lineage 2)	1993	1995	Unknown	Established	Pantropical	Ni Chualáin <i>et al.</i> (2004)
13	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Harlot	1973		Aquaculture, Vessels	Occasional	Circumboreal	Curlet <i>et al.</i> (1996b)
14	<i>Bortryocladia madagascariensis</i> G. Feldmann	1991	1996	Vessels (Fouling)	Established	Indian	Cormaci <i>et al.</i> (1992)
15	<i>Bortryocladia parva</i> (Takamatsu) Kim	1996		Aquaculture	Established	Pacific	Curlet <i>et al.</i> (1999)
16	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder	1993		Unknown	Established	Pantropical	Curlet <i>et al.</i> (1993)
17	<i>Caulerpa taxifolia</i> (Vahl) C. Agardh	1992		Aquaculture (Monaco)	Established	Pantropical	Relini & Torchia (1992)
18	<i>Caulerpa taxifolia</i> var. <i>distichophylla</i> (Sonder) Verlaque <i>et al.</i>	2008		Aquarium	Established	Unknown	Jongma <i>et al.</i> (2013)
19	<i>Ceramium strobiliforme</i> G. W. Lawson & D.M. John	1991		Unknown	First record	Unknown	Cormaci <i>et al.</i> (1992)
20	<i>Chondria pygmaea</i> Garbary & Vandermeulen	1976		Vessels (Fouling)	Casual	Atlantic boreal	Cormaci <i>et al.</i> (1992)
21	<i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i> (Suringar) Harlot	1973	1978	Vessels (via Suez)	Established	Indo-Pacific	Cormaci <i>et al.</i> (1976)
22	<i>Colaconema codicola</i> (Børgesen) H. Stegenga <i>et al.</i>	1978	1978	Aquaculture	Established	NW Pacific	Sfriso (1987)
23	<i>Colpomenia peregrina</i> (Sauvageau) Hamel	1969		Aquaculture	Established	NW Pacific	Sfriso <i>et al.</i> (2002)
24	<i>Gammaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss	2008	2008	Aquaculture	Established	Subcosmopolitan	Boudouresque & Boudouresque (1969)
25	<i>Grateloupia tururua</i> Yamada as <i>Grateloupia doryphora</i> (Mont.) Howe	1989	2008	Aquaculture	Established	NW Pacific	Sfriso <i>et al.</i> (2010)
26	<i>Grateloupia yingghachuanensis</i> H.W. Wang & R.X. Luan	1989	2008	Aquaculture	Established	NW Pacific	Tolomio (1993)
27	<i>Halodule tamariscalis</i> (Kütz.) Reimke	2008	2008	Aquaculture	Established	Indo-Pacific	Wolf <i>et al.</i> (2014)
28	<i>Heterosiphonia japonica</i> Yendo as <i>Dasydiphonia</i> sp.	1978	1992	Vessels (Fouling)	Casual	N Atlantic/N Pacific	Cormaci & Furnari (1979)
29	<i>Hypnea cornuta</i> (Kütz.) J. Agardh	1999	1999	Aquaculture	Established	NW Pacific	Sfriso <i>et al.</i> (2004)
30	<i>Hypnea flexuella</i> (C. Agardh) Kütz.	2000	2009	Aquaculture	Established	Pantropical	Cecere <i>et al.</i> (2002)
31	<i>Hypnea pinnatifida</i> (Y. Yamagishi & M. Masuda)	2009		Aquaculture, Vessels	Established	Indo-Pacific	Wolf <i>et al.</i> (2011)
32	<i>Laurencia caducamarulosa</i> Masuda & Kawaguchi	1985		Vessels (Fouling)	Established	Indo-Pacific	Cecere <i>et al.</i> (1996)
33	<i>Leathesia marina</i> (Lyngbye) Decaise	1991	1996	Vessels (Fouling)	Established	Indo-Pacific	Furnari <i>et al.</i> (2001)
34	<i>Lomentaria hakodensis</i> Yendo	1996	2000	Aquaculture	Established	Indo-Pacific	Bellemo <i>et al.</i> (1999)
35	<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F. Schmitz	2000	2000	Aquaculture	Casual	Cosmopolitan	Curlet <i>et al.</i> (2006)
36	<i>Neosiphonia harveyi</i> (J. Bailey) M.S. Kim <i>et al.</i>	1969	1998	Vessels (via Suez)	Established	Pacific	Cormaci & Motta (1985)
37	<i>Padinia boergeseni</i> Allender & Kraft	1963		Aquaculture	Established	Indo-Pacific	Bellemo <i>et al.</i> (1999)
38	<i>Placodium secundatum</i> (Kütz.) Kütz.	1991	1999	Vessels (Fouling)	Casual?	Pantropical	Sartoni (1967)
39	<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey	1999	1999	Vessels (Fouling)	Established	Subantarctic	Cormaci <i>et al.</i> (1991)
40	<i>Polysiphonia paniculata</i> Montagne	2010		Aquaculture	Established	NW Pacific	Curlet <i>et al.</i> (2002)
41	<i>Pyropia yezoensis</i> (Ueda) M.S. Hwang & H.G. Choi	2010	2010	unknown	Casual	Indo-Pacific	Furnari <i>et al.</i> (2010)
42	<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt	1992	1992	Aquaculture	First record	Pacific	Armell-Minicante (2014)
43	<i>Scytosiphon dotyi</i> M.J. Wynne	1992	1996	Aquaculture	Established	NW Pacific	Gargiulo <i>et al.</i> (1992)
44	<i>Solieria filiformis</i> (Kütz.) Gabrielson	1922	2003	Aquaculture	Established	NE Pacific	Giaccone (1978)
45	<i>Symphylodictia marchantoides</i> (Harvey) Falkenberg	1984		Aquaculture, Vessels	Established	N Atlantic	Cecere (1989)
46	<i>Ulva australis</i> Areschoug as <i>Ulva pertusa</i>	2011	2011	Aquaculture, Vessels	Established	Indo-Pacific	Sartoni (1985/1986)
47	<i>Ulva californica</i> Wille in F.S. Collins, Holden & Setchell	2011		Aquaculture, Vessels	Established	Indo-Pacific	Manghisi <i>et al.</i> (2011)
48	<i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral	2000	2000	Aquaculture	Established	Pacific	Wolf <i>et al.</i> (2012)
49	<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar	1992	2002	Aquaculture	Established	NW Pacific	Sfriso <i>et al.</i> (2002)
50	<i>Uromenia miniatum</i> Womersley	1986	2008	Aquaculture	Established	Pacific	Risomondo <i>et al.</i> (1993)
51	<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E. Norris	1986		Vessels (Fouling)	Established	Indo-Pacific	Sfriso <i>et al.</i> (2014)
52	<i>Halophila stipulacea</i> (Forsskal) Ascherson	<1980		Vessels (via Suez)	Established	Red Sea	Benedetti-Cecchi & Cinelli (1990)

introduction for this species is live seafood trade: *A. nodosum* is usually employed to keep the imported mollusk *Pecten jacobaeus* Linnaeus “Cappasanta” fresh. As it was observed in the fish markets of both Chioggia and Venice, where residues of sales are often thrown in the canals at the end of the day, in the next future this species is expected to be found in the Venice Lagoon as well.

Caulerpa taxifolia var. *distichophylla*, another recent introduction, was introduced from Australia to Sicily (Jongma *et al.*, 2013) and is exhibiting a rapid spread along the coasts of the island (Musco *et al.*, 2014).

A new invasive species recorded in all the lagoons of the Veneto and Emilia-Romagna regions, already reported in the list of 2012 (GSA-SIBM, 2012), is *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss (Sfriso *et al.*, 2010). Probably introduced from the North-East Atlantic by oyster importations, it soon became a species of concern because of its extremely rapid spread (Rueness, 2005; Thomsen *et al.*, 2005). In fact, it is one of the most widespread species in Europe, having been reported from more than 10 countries along the European Atlantic and Baltic coasts (Galil *et al.*, 2014). Its first Mediterranean record was in 2008 in the Po delta Lagoons and ponds, in the Venice Lagoon and in Pialassa della Baiona in Emilia-Romagna region. *G. vermiculophylla* can reach very high biomasses (up to 15 kg m⁻² fwt) in confined and eutrophic areas where other two non-indigenous species have also spread, i.e. *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft & M.J. Wynne and *Solieria filiformis* (Kützinger) Gabrielson.

Gracilaria vermiculophylla presents a higher spreading potential than other invasive species, because it is able to grow detached from the bottom in free-floating status, colonizing eutrophic and confined environments. It is also a species with high tolerances of low salinities, turbidity, sedimentation, desiccation, grazing and nutrient enrichment (Thomsen & McGlathery, 2007; Weinberger *et al.*, 2008). These traits explain its invasive success in transitional environments and estuaries, and also its ability to replace the Ulvaceae, although the latter exhibit higher growth rates. In fact, the grazing impact of crustaceans and gastropods that affect Ulvaceae (Sfriso, 1995; Sfriso & Marcomini, 1996; Balducci *et al.*, 2001) reducing their biomass during the warm season and overcoming the species growth rates, is not present in this species (Nejrup *et al.*, 2012).

Grazers, usually prefer native species with low structural complexity and higher nitrogen content (Geertz-Hansen *et al.*, 1993; Cebrián & Duarte, 1994). *Gracilaria vermiculophylla* has also a high resistance to temperature and sedimentation (Thomsen & McGlathery, 2007) growing even in conditions prohibitive for *Ulva* which, at high temperatures (>28-30 °C), rapidly collapses. Very similar ecological characteristics has *Agardhiella subulata* that in Venice Lagoon coexists in the same environment. However, this species lives attached to the bottom and is not able to grow free-floating.

In spring 2014 both these species have replaced *Ulva rigida* Linnaeus and *Ulva laetevirens* Areschoug in the area at North of the translagoon bridge (Ponte della Libertà) where the abundant May-June biomass production triggered a complete collapse in July 2013 (Bastianini *et al.*, 2013). A rapid increase in temperature above 30 °C caused a dystrophic crisis with the complete degradation of ca. 10,000 tonnes (fresh biomass) of macroalgae in a few days and the death of fish and benthic fauna, causing the concern of the Venice people. In early June 2014 water temperature increased up to 32.5 °C but *G. vermiculophylla* has not suffered from these extreme temperatures. In this sense, the replacing of Ulvaceae by an invasive species such as *G. vermiculophylla*, better adapted to survive in extreme environmental conditions, should be seen in a positive way. Moreover, this species may have a commercial interest. Currently, studies for its employment in agar, sugar and alcohol production are ongoing.

The Chlorophyta *Uronema marinum* Womersley, a small species of Australian origin and the Rhodophyta *Grateloupia yinggehaiensis* H.W. Wang et R.X. Luan in D. Zhao *et al.* are the most recent species recorded in the Venice Lagoon. *U. marinum* is so small that probably has long been disregarded because of its similarity to the juvenile stages of other species such as *Ulothrix implexa* (Kützinger) Kützinger. That species has rapidly colonized all the Venice Lagoons, the lagoons of the Po Delta and Pialassa della Baiona pond (Sfriso *et al.*, 2014), probably as epiphyte on *Gracilaria vermiculophylla* and *Solieria filiformis* which have the same native origin (Pacific coasts of Korea, Japan and China) and the same vector of introduction (aquaculture).

Grateloupia yinggehaiensis is a thermophilic species coming from the Hainan Province, China, that in the Venice Lagoon has colonized the area close to the thermal power plant of Fusina where cooling waters are discharged (Wolf *et al.*, 2014). No thalli have been found more than 1 km away from the Fusina power plant.

The Venice Lagoon is the Italian hotspot area where the majority of non-indigenous macroalgae recorded in the Italian coasts are present (ca. 54%, Fig. 2). The highest number regards Phaeophyceae (67%), followed by Chlorophyceae (63%) and Rhodophyceae (50%). The only allochthonous angiosperm: *Halophila stipulacea* is confined to the coasts of Sicily (Di Martino *et al.*, 2006).

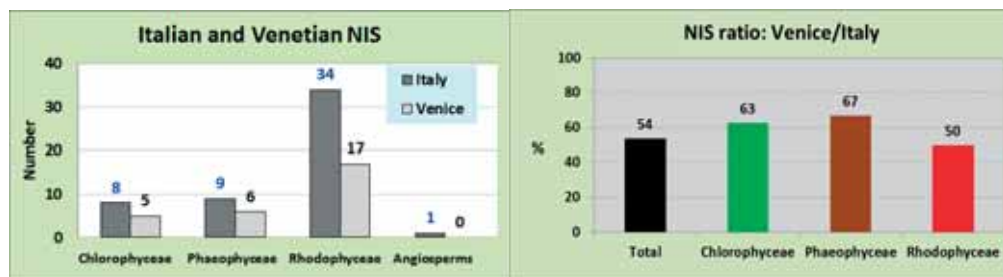


Fig. 2 - Number of NIS per taxon recorded in the Italian coasts and in Venice Lagoon and percentage of NIS that colonize the same lagoon.

Numero di NIS per taxon rinvenute nelle coste Italiane e nella laguna di Venezia e percentuale di NIS presenti in questa laguna.

The highest number of introductions was recorded in the decade 1991-2000 (Fig. 3), both in the Italian coasts (21=40%) and in the Venice Lagoon (14=50%).

The most likely vector for macroalgal introduction is aquaculture (Fig. 4), especially shellfish culture. The decade between 1990 and 2001 corresponds to the period of the most intensive shellfish culture in the lagoons of the North-western Adriatic Sea (Orel *et al.*, 2000), which have also exported live molluscs to other Italian farming sites (Prioli, 2008). Then the number of new records progressively decreased, although the number of studies has increased, as an effect of the implementation of the WFD (2000/60/EC) both in marine coastal areas and transitional waters.

Aquaculture, likely responsible for the introduction of 23 taxa out of 52 (44.2%), is the most important vector for macrophytes in the Italian coasts (Fig. 4). Vessels by fouling on hulls of ships and ballast waters account for other 11 taxa (21.2%). Another 7 taxa were considered to be introduced by multiple vectors (e.g. aquaculture combined to vessels), whereas 4 taxa have entered the Mediterranean Sea via Suez

Canal and have arrived to our coasts by vessels. Finally, the vectors of 7 taxa remain unknown.

The vector aquaculture includes also live seafood trade, responsible of many introductions both in the Venice Lagoon and the Mar Piccolo of Taranto. One species (i.e. *Caulerpa taxifolia*) escaped from the aquarium of Monaco and further spread to the Italian coasts either naturally or favoured by recreational boating (Meinesz *et al.*, 2001).

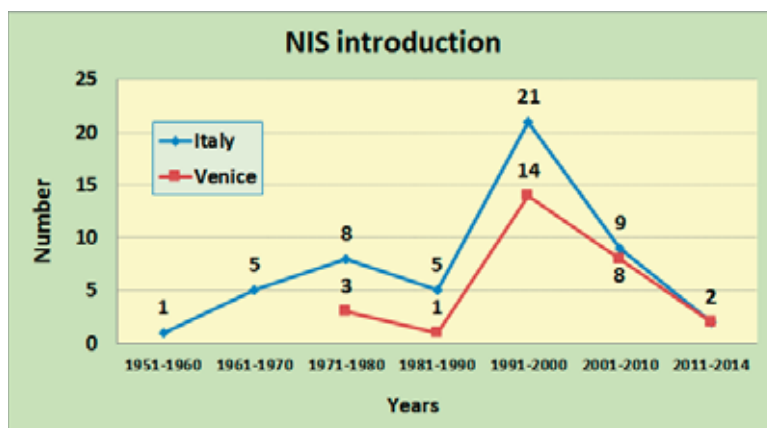


Fig. 3 - Number of NIS recorded in the recent decades by considering the year of the first record.

Numero di NIS rinvenute nelle ultime decadi considerando l'anno del primo rinvenimento.

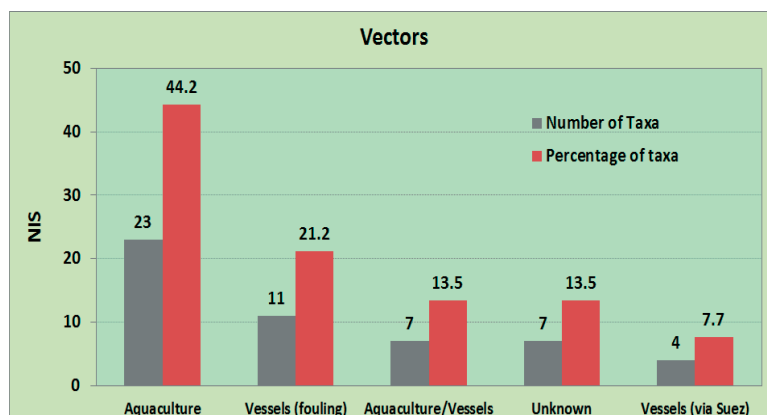


Fig. 4 - Main vectors of macroalgal introduction in the Italian coasts.

Principali vettori di introduzione di macrofite nelle coste italiane.

References

- ALONGI G., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (1993) - Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae, Caulerpales) per le coste italiane. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **26**: 49-53.
- ARMELI-MINICANTE S. (2014) - Biodiversità della laguna di Venezia e della costa Nord Adriatica Veneta. *Spermothamnion cymosum* (Harvey) De Toni. Prima segnalazione in Adriatico. *Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, **64**: 143.

- BALDUCCI C., SFRISO A., PAVONI B. (2001) - Macrofauna impact on *Ulva rigida* C. Ag. production and relationship with environmental variables in the lagoon of Venice. *Mar. Environ. Res.*, **52**: 27-49.
- BASTIANINI M., BERNARDI-AUBRY F., ACRI F., BRAGA F., FACCA C., SFRISO A., FINOTTO S. (2013) - The Redentore fish die-off in the Lagoon of Venice: an integrated view. Gruppo di Algologia, Riunione Scientifica Annuale. Venezia, 18-19 Ottobre 2013: 32.
- BELLEMO G., CURIEL D., MARZOCCHI M., IURI M., PAVAN M., VECCHIATO N., SCATTOLIN M. (1999) - Aggiornamento di nuove specie algali per la laguna di Venezia. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, **24**: 55-66.
- BENEDETTI-CECCHI L., CINELLI F. (1989) - Note on a *Polysiphonia* sp. (Rhodophyta, Ceramiales) collected at Rosignano Solvay (Western Mediterranean). *Giorn. Bot. Ital.*, **123**: 49-54.
- BERTHOLD G. (1882) - Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel nebst einem Verzeichnis der bisher daselbst beobachteten Arten. *Mitt. Zool. Stat. Neapel*, **3**: 393-536.
- BOUDOURESQUE C.F., BOUDOURESQUE E. (1969) - Contribution a la Flore des algues marines de l'Algérie. *Bull. Mus. d'Hist. Nat. Marseille*, **29**: 129-136.
- CEBRIÁN J., DUARTE C.M. (1994) - The dependence of herbivory on growth rate in natural plant communities. *Funct. Ecol.*, **8**: 518-525.
- CECERE E. (1989) - Un'alga della famiglia delle Solieriaceae (Rhodophyta, Gigartinales) nel Mar Piccolo di Taranto. Atti Convegno Nazionale "Alghe e loro Utilizzazione". Lecce, 5-7 giugno 1987. Editrice Salentina, Galatina: 177-178.
- CECERE E., CORMACI M., FURNARI G., PETROCELLI A., SARACINO O., SERIO D. (1996) - Benthic algal flora of Cheradi Islands (Gulf of Taranto, Mediterranean Sea). *Nova Hedwigia*, **62**: 191-214.
- CECERE E., PETROCELLI A., VERLAQUE M. (2004) - Morphology and vegetative reproduction of the introduced species *Hypnea cornuta* (Rhodophyta, Gigartinales) in the Mar Piccolo di Taranto (Italy), Mediterranean Sea. *Bot. Mar.*, **47**: 381-388.
- CINELLI F., SARTONI G. (1969) - *Acrothamnion* J. Agardh (Rhodophyta, Ceramiaceae) genere algale nuovo per il mare Mediterraneo. *Pubb. Staz. Zool. Napoli*, **37**: 567-574.
- CORMACI M., FURNARI G. (1979) - Flora algale marina della Sicilia orientale: Rhodophyceae, Phaeophyceae, Chlorophyceae. *Inform. Bot. Ital.*, **11**: 221-250.
- CORMACI M., FURNARI G. (1988) - *Antithamnionella elegans* (Bethold) Cormaci et Furnari (Ceramiales, Rhodophyta) and related species, with the description of two new varieties. *Phycologia*, **27** (3): 340-346.
- CORMACI M., FURNARI G., ALONGI G., DINARO R., PIZZUTO F. (1992) - On the occurrence in Sicily of three Florideophyceae new to the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.*, **35**: 447-450.
- CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B. (1976) - Osservazioni su alcune specie della flora algale dell'isola di Linosa. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, Ser. IV, **12**: 109-113.
- CORMACI M., FURNARI G., SERIO D. (1991) - First record of the Austral species *Plocamium secundatum* (Gigartinales, Rhodophyta) from the Mediterranean Sea. *Cryptogamie Algol.*, **12**: 235-244.
- CORMACI M., MOTTA G. (1985) - Osservazioni su *Lophocladia lallemandii* (Mont.) Schmitz (Ceramiales, Rhodomelaceae) in cultura. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **18**: 797-808.
- CURIEL D., BELLEMO G., IURI M., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M. (1999) - First report of the genus *Sorocarpus* Pringsheim (Fucophyceae, Ectocarpaceae) in the Mediterranean. *Bot. Mar.*, **42**: 7-10.
- CURIEL D., BELLEMO G., LA ROCCA B., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M. (2002) - First report of *Polysiphonia morrowii* Harvey (Ceramiales, Rhodophyta) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.*, **45**: 66-70.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M. (1996b) - New records of marine algae in the lagoon of Venice. *Giorn. Bot. Ital.*, **130**: 352.
- CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M. (2006) - First report of *Lomentaria hakodatensis* (Lomentariaceae, Rhodophyta) from the lagoon of Venice (Adriatic Sea, Mediterranean). *Acta Adriat.*, **47** (1): 65-72.
- CURIEL D., MARZOCCHI M., BELLEMO G. (1996a) - First report of fertile *Antithamnion pectinatum* (Ceramiales, Rhodophyceae) in the North Adriatic Sea (Lagoon of Venice, Italy). *Bot. Mar.*, **39**: 19-22.
- DE CLERCK O., GAVIO B., FREDERICQ S., BÁRBARA I., COPPEJANS E. (2005) - Systematics

- of *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae, Rhodophyta), based on *rbcl* sequence analyses and morphological evidence, including the reinstatement of *G. minima* and the description of *G. capensis* sp. nov. *J. Phycol.*, **41**: 391-410.
- DI MARTINO V., BLUNDO M.C., TITA G. (2006) - The Mediterranean Introduced seagrass *Halophila stipulacea* in eastern Sicily (Italy): temporal variation of the associated algal assemblage. *Vie Mileu*, **56** (3): 223-230.
- EUROPEAN COMMUNITY (2008) - Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union*, L 164: 19-40.
- FUNK G. (1955) - Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen von Neapel: Zugleich mikrophotographischer Atlas. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **25** (Suppl.): 1-178.
- FURNARI G., CORMACI M., SERIO D. (2001) - The *Laurencia* complex (Rhodophyta, Rhodomelaceae) in the Mediterranean Sea: an overview. *Cryptogamie Algol.*, **22**: 331-373.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., CATRA M., NISI A., SERIO D. (2010) - Macrobenthos. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 801-828.
- GALIL B.S., MARCHINI A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., MINCHIN D., NARŠČIUS A., OJAVEER H., OLENIN S. (2014) - International arrivals: widespread bioinvasions in European seas. *Ethol. Ecol. Evol.*, **26** (2-3): 152-171.
- GARGIULO M.G., DE MASI F., TRIPODI G. (1992) - *Sargassum muticum* (Yendo) Fendholt (Phaeophyta, Fucales) is spreading in the lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea). *Giorn. Bot. Ital.*, **126**: 259.
- GEERTZ-HANSEN O., SAND-JENSEN K., HANSEN D.F., CHRISTIANSEN A. (1993) - Growth and grazing control of abundance of the marine macroalgae, *Ulva lactuca* L. in a eutrophic Danish estuary. *Aquat. Bot.*, **46**: 101-109.
- GIACCONE G. (1978) - Revisione della flora marina del mare Adriatico (con annotazioni bionomiche e biogeografiche). *Annuario del WWF, Parco Marino di Miramare, Trieste*, **6**: 118 pp.
- GSA-SIBM (2012) - Alien Species in Italian Seas, version 1.2. <http://www.sibm.it> (Accessed 2014.03.19).
- JONGMA D.N., CAMPO D., DATTOLO E., D'ESPOSITO D., DUCHI A., GREWE P., HUISMAN J., VERLAQUE M., YOKES M.B., PROCACCINI G. (2013) - Identity and origin of a slender *Caulerpa taxifolia* strain introduced into the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.*, **56** (1): 27-39.
- MANGHISI A., ARMELI-MINICANTE S., BERTUCCIO C., MORABITO M., TORRICELLI P., GENOVESE G. (2011) - A cryptic alien seaweed spreading in Mediterranean coastal lagoons. *Trans. Wat. Bull.*, **5** (1): 1-7.
- MEINESZ A., BELSHER T., THIBAUT T., ANTOLIC B., BEN MUSTAPHA K.B., BOUDOURESQUE C.-F., CHIAVERINI D., CINELLI F., COTTALORDA J.-M., DJELLOULI A., EL ABED A., ORESTANO C., GRAU A.M., IVESA L., JAKLIN A., LANGAR H., MASSUTI-PASCUAL E., PEIRANO A., TUNESI L., DE VAUGELAS J., ZAVODNIK N., ZULJEVIC A. (2001) - The introduced green alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biol. Inv.*, **3**: 202-210.
- MUSCO L., ANDALORO F., MIKAC B., MIRTO S., VEGA FERNANDEZ T., BADALAMENTI F. (2014) - Concern about the spread of the invader seaweed *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* (Chlorophyta: Caulerpales) to the Western Mediterranean. *Medit. Mar. Sci.*, **15** (3): 532-538.
- NEJRUP L.B., PEDERSEN M.F., VINZENT J. (2012) - Grazer avoidance may explain the invasiveness of the red alga *Gracilaria vermiculophylla* in Scandinavian waters. *Mar. Biol.*, **159**: 1703-1712.
- NÍ CHUALÁIN F., MAGGS C.A., SAUNDERS G.W., GUIRY M.D. (2004) - The invasive genus *Asparagopsis* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta): molecular systematics, morphology, and ecophysiology of *Falkenbergia* isolates. *J. Phycol.*, **40**: 1112-1126.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI-RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Inv.*, **13**: 215-237.
- OREL G., BOATTO V., SFRISO A., PELLIZZATO M. (2000) - *Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia*. Provincia di Venezia. SannioPrint, Benevento: 102 pp.

- PETROCELLI A., CECERE E., VERLAQUE M. (2013) - Alien marine macrophytes in transitional water systems: new entries and reappearances in a Mediterranean coastal basin. *Biol. Inv. Rec.*, **2** (3): 177-184.
- PETROCELLI A., PORTACCI G., CINELLI F., CECERE E. (2012) - Nuovi alieni nei mari italiani. Riunione annuale del Gruppo di Algologia. Ischia, 9-10 novembre 2012: 25.
- PRIOLI G. (2008) - La molluschicoltura in Italia. In: Lovatelli A., Fariás A., Uriarte I. (eds) Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*, **12**: 159-176.
- RELINI G., TORCHIA G. (1992) - Prima segnalazione di *Caulerpa taxifolia* in acque italiane. *Doriana*, **6**: 1-4.
- RINDI F., PAPI I., CINELLI F. (1996) - New records of Ceramiales (Rhodophyta) for the north-western Mediterranean. *Cryptogamie Algol.*, **17**: 223-238.
- RISMONDO A., VOLPE S., CURIEL D., SOLAZZI A. (1993) - Segnalazione di *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar a Chioggia (Laguna Veneta). *Soc. Ven. Sc. Nat.*, **18**: 329-330.
- RUENESS J. (2005) - Life history and molecular sequences of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta), a new introduction to European waters. *Phycologia*, **44**: 120-128.
- SARTONI G. (1985/86) - Presenza del genere *Symphyocladia* Falkenberg (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in Mediterraneo. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **18**: 499-504.
- SARTONI G., BODDI S. (1993) - *Apoglossum gregarium* (Delesseriaceae, Rhodophyta), a new record for Mediterranean algal flora. *Bot. Mar.*, **36** (4): 297-302.
- SARTONI G., SARTI M. (1976) - Sulla presenza a Livorno di *Aglaothamnion feldmanniae* L'Hardy-Halos. *Inf. Bot. Ital.*, **8**: 185.
- SFRISO A. (1987) - Flora and vertical distribution of macroalgae in the lagoon of Venice: a comparison with previous studies. *Giorn. Bot. Ital.*, **121**: 69-85.
- SFRISO A. (1995) - Temporal and spatial responses of *Ulva rigida* C. Ag. growth to environmental and tissue concentrations of nutrients in the lagoon of Venice. *Bot. Mar.*, **38**: 557-573.
- SFRISO A., BUOSI A., SFRISO A.A. (2014) - On the occurrence of *Uronema marinum* Womersley (Chaetophorales, Chlorophyta) in the north-western lagoons of the Adriatic Sea, Mediterranean Sea (Italy). *Medit. Mar. Sci.*, **15**: 101-105.
- SFRISO A., LA ROCCA B., GODINI E. (2002) - Inventario di taxa macroalgali in tre aree della laguna di Venezia a differente livello di trofia. *Lav. Soc. Ven. Sci. Nat.*, **27**: 85-99.
- SFRISO A., MAISTRO S., ANDREOLI C., MORO I. (2010) - First record of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta) in the Po Delta lagoons, Mediterranean Sea (Italy). *J. Phycol.*, **46**: 1024-1027.
- SFRISO A., MARCOMINI A. (1996) - Decline of *Ulva* growth in the lagoon of Venice. *Biores. Technol.*, **58**: 299-307.
- SORTINO M. (1967) - Flora e vegetazione terrestre e marina del litorale di Palma di Montechiaro (AG). *Lavori Ist. Bot. Giardino Col. Palermo*, **23**: 1-112.
- THOMSEN M.S., GURGEL C.F.D., FREDERICQ S., McGLATHERY K.J. (2005) - *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta, Gracilariales) in Hog Island Bay, Virginia: a cryptic alien and invasive macroalga and taxonomic corrections. *J. Phycol.*, **42**: 139-141.
- THOMSEN M.S., McGLATHERY K.J. (2007) - Stress tolerance of the invasive macroalgae *Codium fragile* and *Gracilaria vermiculophylla* in a soft-bottom turbid lagoon. *Biol. Inv.*, **9**: 499-513.
- TOLOMIO C. (1993) - Prima segnalazione di *Grateloupia doryphora* (Mont.) Howe (Rhodophyceae) nella laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sci. Nat.*, **18**: 215-220.
- VERLAQUE M., RUITTON S., MINEUR F., BOUDOURESQUE C.-F. (2009) - CIESM ATLAS of Exotic Macrophytes in the Mediterranean Sea. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix4.html>.
- VILLARI R. (1988) - Segnalazioni Floristiche Italiane: 565. *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. *Inform. Bot. Ital.*, **20**: 672.
- WEINBERGER F., BUCHHOLZ B., KAREZ R., WAHL M. (2008) - The invasive red alga *Gracilaria vermiculophylla* in the Baltic Sea: adaptation to brackish water may compensate for light limitation. *Aquat. Biol.*, **3** (3): 251-264.
- WOLF M.A., SCIUTO K., ANDREOLI C., MORO I. (2012) - *Ulva* (Chlorophyta, Ulvales) biodiversity in the North Adriatic Sea (Mediterranean, Italy): cryptic species and new introductions. *J. Phycol.*, **48** (6): 1510-1521.
- WOLF M.A., SFRISO A., ANDREOLI C., MORO I. (2011) - The presence of exotic *Hypnea flexicaulis* (Rhodophyta) in the Mediterranean Sea as indicated by morphology, *rbcL* and *cox1* analyses. *Aquat. Bot.*, **95**: 55-58.

- WOLF M.A., SFRISO A., MORO I. (2014) - Thermal pollution and settlement of new tropical alien species: the case of *Grateloupia yinggehaiensis* (Rhodophyta) in the Venice Lagoon. *Est. Coast. Sci.*, **147**: 11-16.
- ZENETOS A., GOFAS S., MORRI C., ROSSO A., VIOLANTI D., GARCIA RASO J.E., CINAR M.E., ALMOGI-LABIN A., ATEŞ A.S., AZZURRO E., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., BILECENOGLU M., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., HYAMS-KAPHZAN O., KARACHLE V., KATSANEVAKIS S., LIPEJ L., MASTROTOTARO F., MINEUR F., PANCUCCI-PAPADOPOULOU M.A., RAMOS ESPLÁ A., SALAS C., SAN MARTIN G., SFRISO A., STREFTARIS N., VERLAQUE M. (2012) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Patterns in introduction trends and pathways. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (2): 312-336.
- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., CINAR M., GARCÍA RASO E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOGLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTIN N., GIANGRANDE A., KATAĞAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLÁ A., MASTROTOTARO F., OCAÑA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Medit. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.

S. ARMELI MINICANTE, G. GENOVESE*, M. MORABITO*

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia, Italia.
simona.armeli@unive.it

*Dipartimento di Scienze Biologiche e Ambientali, Botanica, Università di Messina, Italia.

TWO NEW ALIEN MACROALGAE IDENTIFIED BY THE DNA BARCODING

DUE NUOVE MACROALGHE ALIENE IDENTIFICATE MEDIANTE IL DNA BARCODING

Abstract - Identification of species in macroalgae may be difficult due to simple morphology and anatomy, rampant convergence, remarkable degrees of phenotypic plasticity in response to environmental factors, and incompletely understood life histories. Moreover, along the Italian coasts, particularly in transitional environments, introductions of new alien species continually occur. Therefore, specialists of algae rely increasingly on DNA sequences to discriminate taxa. A standard marker, the DNA barcode, is a powerful tool for quick and accurate species identification. During a census of macroalgal diversity in 3 Italian sites, the DNA barcodes revealed the presence of two non-indigenous taxa.

Key-words: DNA barcoding, alien species, macroalgae, Mediterranean Sea.

Introduction - The identification and classification of macroalgae are extremely difficult and subject to continuous revision due to multiple reasons. Macroalgae exhibit a very simple morphology and a certain degree of phenotypic plasticity, that is heavily influenced by environmental conditions, age of the thallus, and life style. Moreover, the existence of cryptic species complicates the identification merely on a morphological basis and, for this reason Mediterranean communities have been largely underestimated due to the co-occurrence of genetically distinct, but morphologically overlapping, species or species complexes. A result of the difficulty associated with accurate species identification is the number of superfluous and synonymised species entities recorded (Guiry & Guiry, 2013), as well as large numbers of almost certainly misnamed entities to be found in both standard regional and monographic treatments, and possibly also molecular databases. It is for this reason that algal taxonomists have increasingly resorted to molecular tools for routine sample identification, species discovery and other related taxonomic tasks (Saunders & Mcdevit, 2012). With the spread of the DNA barcoding techniques, Hebert *et al.* (2003) proposed a new system of species identification and discovery using a short section of DNA from a standardized region of the genome. The gene region that is being used for almost all animal groups, a 648 base-pair region in the mitochondrial cytochrome c oxidase 1 gene ("COI-5P"), is proving highly effective in identifying birds, butterflies, fish, flies and many other animal groups. The advantage of using COI is that it is short enough to be sequenced quickly and cheaply, yet long enough to identify variations among species. For seaweeds, several markers of different DNA regions (nuclear, plastid, and mitochondrial) have been used to study phylogenetic relationships at the interspecific and intraspecific level. Among these, in addition to COI-5P, the plastid marker *tufA* and *rbcL* has been used as DNA barcode marker to facilitate difficult taxonomic identification (Kress & Erickson, 2012). The success of the use of COI-5P as a marker for identification of the species led to the formation of the *Consortium for the Barcode of Life* (CBOL - www.barcodeoflife.org). The members of the CBOL coordinate the initiative *International Barcode of Life* (iBOL - www.ibolproject.org), whose primary goal is to build a library of sequences of DNA barcoding reference, carrying out a large-scale screening of one or a few genes, in order to assign unknown specimens to the respective species and facilitate the

discovery of new taxa (Hebert *et al.*, 2003; Stoeckle, 2003). CBOL also validates the barcode official at the international level for different taxa. Among the many iBOL projects developed, the project ALGA (Algal Life Global Audit) was part of the WG1.8 Marine Bio-Surveillance: the objective of this project was to create a comprehensive inventory of marine macroalgae. By reinforcing traditional taxonomy, DNA barcoding is revolutionizing the capacity to know and monitor biodiversity. In this paper we report the use of DNA barcoding as a tool for the rapid identification of alien species of macroalgae.

Materials and methods - During 2011-2013, seasonal samplings were conducted in three sites along the Italian coasts: Strait of Messina, Cape Peloro Lagoon and Venice Lagoon. Macroalgae were collected manually and, for each sample, a voucher specimen was prepared by pressing a single individual on an herbarium sheet with a subsample preserved in 4% formalin in seawater and another dried in silica gel and stored at -20°C . All specimens are deposited in the Phycological Herbarium of the Department of Life Sciences "M. Malpighi" of the University of Messina, Italy (PhL, grbio.org). Anatomical observations were made on hand sections of fresh or formalin preserved thalli stained with 1% aniline blue solution and observed on a light microscope Diaplan Leica equipped with a LEICA DFC 500 camera (Leica Microsystems, Italy). DNA was isolated from silica gel preserved thalli that were ground in liquid nitrogen and treated with a modified Proteinase K protocol (Saunders, 1993) instead of the final agarose gel cleaning procedure, the DNA was purified with the Wizard® DNA clean up System (Promega, Italy). The COI-5P region was PCR amplified using the primers GazF1/GazR1 and GWSFn/GWSRx. For the amplification of the regions *tufA* and *rbcL* were used, respectively, the following primers: *tufA*r/*tufGF4* and F57/*rbcL*rev. The amplification products were sequenced using external services offered by the Centre National de Séquençage Genoscope (France, www.genoscope.cns.fr) and by the Center for Molecular and Algal Research at the University of New Brunswick (Canada). Obtained barcodes were analysed with specific software for phylogenetic inference [ChromasPro 1.41 (Technelysium Pty Ltd., Australia), SeaView 4.3.0 and FigTree v1.3.1 (A. Rambaut, University of Edimburg, UK, <http://tree.bio.ed.ac.uk>)] and were used to perform a genetic identification in comparison with international databases as the *International Nucleotide Sequence Database Collaboration* (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/collab) and the *Barcode of Life Data system* (BOLD, www.boldsystems.org).

Results - The DNA barcodes revealed the presence of new alien species: *Ulva ohnoi* M. Hiraoka *et* S. Shimada (Chlorophyta, Ulvales) and *Pyropia yezoensis* (Ueda) M.S. Hwang *et* H.G. Choi (Rhodophyta, Bangiales). Samples of *Ulva ohnoi* M. Hiraoka *et* S. Shimada (Chlorophyta, Ulvales) were collected in Cape Peloro Lagoon (Messina, Sicily). *U. ohnoi* is a marine alga with foliose, saxicolous or floating thalli; light green, fragile, easily torn, orbicular, obovate or ovate, sometimes irregularly expanded, often with microscopic serrations. Cells in surface view are polygonal or quadrangular, in the upper and middle regions, and circular, in the basal region; cells in transverse section square or quadrangular with rounded corners throughout the thallus. Chloroplast with 1-3 pyrenoids. The comparison with the sequences *tufA* deposited in GenBank shows that the sample has high percentage of similarity with the samples of *U. ohnoi* from different regions. *U. ohnoi* is a Japanese species that was found by Flagella *et al.* (2004, 2007) only in the ballast tank of a ship visiting the Port of Salerno and coming from Port Said. Samples of *Pyropia yezoensis* (Ueda) M.S. Hwang *et* H.G. Choi (Rhodophyta, Bangiales) were collected in Venice Lagoon in March 2010 ($45^{\circ}26'19,1''\text{ N}$, $12^{\circ}20'58,4''\text{ E}$). The thallus is laminar, 11 cm long and

5 cm wide, red-purple. In cross section the blade is monostromatic; in superficial view vegetative cells are polygonal, at margin of the blade is possible to distinguish the spermatocisti, light in color, and zigoto sporocisti, darker in color and organized in the typical packages. The comparison with the sequences COI-5P deposited in BOLD systems and GenBank, shows that the sample has a percentage of similarity of 99.54% with the sequences of *P. yezoensis*, placing within the same clade. *P. yezoensis* is a Japanese species, distributed in the Pacific and Atlantic Oceans; in the Mediterranean Sea has been previously reported in Thau Lagoon (France) (Verlaque, 2001).

Conclusions - The taxonomic identification of marine macroalgae is based almost exclusively on the observation of morphological characters, thus describing what is called the morphospecies. Members of macroalgae exhibit a very simple morphology and a certain degree of phenotypic plasticity, that is heavily influenced by environmental conditions, age of the thallus, and life style. Moreover the existence of cryptic species further complicates the identification merely on a morphological basis. With the spread of the DNA barcoding techniques, more and more studies have underlined how the use of molecular markers, in combination with the techniques of classical taxonomy, can shed light on the systematics of problematic taxa when clear morphological diagnostic criteria are lacking. The use of DNA barcoding in this work has allowed to identify and report new alien macroalgae along Italian coasts: *Ulva ohnoi* M. Hiraoka *et* S. Shimada (Chlorophyta, Ulvales) and *Pyropia yezoensis* (Ueda) M.S. Hwang *et* H.G. Choi (Rhodophyta, Bangiales). The DNA barcoding represent a further tool to monitor the local biodiversity, especially in the highly variable ecosystems and subject to rapid changes; it is also an efficient tool for the accurate identification of troublesome species.

References

- FLAGELLA M.M., SORIA A., BUIA M.C. (2004) - Ballast water as vector of macroalgae: experimental studies in the Mediterranean Sea. *13th International Conference on Invasive Aquatic species*, Ennis County Clare, Ireland.
- FLAGELLA M.M., VERLAQUE M., SORIA A., BUIA M.C. (2007) - Macroalgal survival in ballast water tanks. *Mar. Pollut. Bull.*, **54**: 1395-1401.
- GUIRY M.D., GUIRY G.M. (2013) - AlgaeBase. World-wide electronic publication <http://www.algaebase.org>. National University of Ireland, Galway.
- HEBERT P.D.N., CYWINSKA A., BALL S.L., DEWAARD J.R. (2003) - Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. London*, **270**: 313-321.
- KRESS W.J., ERICKSON D.L. (2012) - *DNA Barcodes: Methods and Protocols*. Humana Press: 470 pp.
- SAUNDERS G.W. (1993) - Gel purification of red algal genomic DNA: an inexpensive and rapid method for the isolation of polymerase chain reaction-friendly DNA. *J. Phycol.*, **29**: 251-254.
- SAUNDERS G.W., MCDEVIT D.C. (2012) - Methods for DNA *barcoding* photosynthetic protists emphasizing the macroalgae and diatoms. *Methods Mol. Biol.*, **858**: 207-222.
- STOECKLE M. (2003) - Taxonomy, DNA, and the barcode of life. *BioScience*, **53**: 2-3.
- VERLAQUE M. (2001) - Checklist of the Thau Lagoon, a hot-spot of marine species introduction in Europe. *Oceanol. Acta*, **24**: 29-49.

A. CACCIN, M. ANELLI MONTI, S. LIBRALATO*, F. PRANOVI

CEMAS, Center for Estuarine and coastal Marine Sciences, Dipartimento Scienze Ambientali,
Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Castello 2737/B - 30120 Venezia, Italia.
alberto.caccin@unive.it

*OGS, Dip. di Oceanografia, ECHO Group, Sgonico - Zgonik (TS), Italia.

SPECIE ALIENE TERMOFILE E FUNZIONAMENTO DELL'ECOSISTEMA: IL CASO DI STUDIO DELL'ALTO ADRIATICO

NON INDIGENOUS THERMOPHILIC SPECIES AND ECOSYSTEM FUNCTIONING: THE NORTHERN ADRIATIC CASE STUDY

Abstract - To assess the possible effects of an invasion of non-indigenous thermophilic species on the marine ecosystem functioning, a medium-complexity food-web model was applied to explore different temperature scenarios. The analysis was performed to describe the response of different compartments to a linear temperature increment. Results show that the model may prove a useful tool, since non-linear dynamics have been highlighted. Moreover, this approach allows us to distinguish between the main drivers (increasing temperature vs. trophic interactions) affecting the system components.

Key-words: NIS, thermophilic species, food-web model, sensitivity analysis, northern Adriatic Sea.

Introduzione - Nel contesto dei cambiamenti climatici in atto, anche in Mediterraneo si sta registrando l'espansione degli areali di specie termofile (Zenetos *et al.*, 2012). La modificazione nella struttura della comunità derivante dall'arrivo di queste nuove specie può avere effetti sul funzionamento dell'intero ecosistema, che è necessario comprendere ed analizzare, anche in chiave di possibili interventi gestionali. In questo ambito, l'alto Adriatico si configura come un interessante caso di studio, sia per le peculiari caratteristiche climatiche, che permettono la presenza di specie tipiche di acque fredde (Tortonesi, 1964) sia per il fatto di essere un bacino semi-chiuso, e quindi potenzialmente un *cul-de-sac*. Inoltre, sono ormai numerose nell'area le segnalazioni di specie aliene termofile, appartenenti ai diversi *phyla* (Zenetos *et al.*, 2012). Scopo di questo lavoro è verificare le potenzialità dell'applicazione di un modello di rete trofica a media complessità per analizzare i possibili effetti dell'arrivo di specie termofile invasive sul funzionamento dell'ecosistema marino.

Materiali e metodi - Il modello di riferimento è rappresentato dalla rete trofica messa a punto da Zucchetto *et al.* (2003), aggiornata al 2007-2008. La struttura del modello è di media complessità, rappresentativa cioè dei principali gruppi funzionali presenti nell'ecosistema, piuttosto che delle singole specie o gruppi tassonomici. Questo permette da un lato di ottenere una descrizione sintetica dell'ecosistema, e dall'altro di non semplificare eccessivamente la rappresentazione. Per simulare l'effetto legato all'arrivo di specie termofile, in corrispondenza dei gruppi funzionali originari (composti di specie autoctone), ne sono stati creati di nuovi rappresentativi di gruppi di specie invasive. Tali gruppi sono stati definiti sulla base di specie già segnalate come presenti, o il cui arrivo sia da ritenersi probabile in un immediato futuro nel bacino alto Adriatico, e parametrizzati tenendo conto di tassi di produttività, consumo e diete delle specie invasive. La biomassa iniziale di tali gruppi invasivi è stata impostata a valori molto bassi a rappresentare una situazione di pre-invasione. Il modello risulta così composto da 30 gruppi funzionali (Tab. 1), cui si aggiungono 2 gruppi di detrito e 5 comparti relativi all'attività di pesca professionale. Per eseguire le simulazioni rappresentative di scenari di cambiamento climatico, è stato introdotto in modo esplicito e specifico l'effetto diretto della temperatura (T) sulla produttività di ogni gruppo funzionale. In questo modo,

diventa possibile testare gli effetti sulla struttura e sul funzionamento della rete, anche agendo sulla forzante T. La relazione tra tasso di crescita della popolazione e temperatura è stata modellata mediante la funzione proposta in Lassiter e Kearns (1974) e definita da tre parametri: temperatura ottimale (T_{opt}), per la quale il tasso di crescita è massimo, temperatura massima (T_{max}), oltre la quale la crescita si arresta, e un parametro che descrive la sensibilità della popolazione alle variazioni di temperatura (c). Per stimare i parametri di ciascun gruppo, si è dapprima ricostruita la distribuzione latitudinale, limitatamente all'emisfero settentrionale, per ogni specie considerata (database gbif.org); successivamente, si è ricavato il profilo latitudinale della temperatura media annuale dell'area (database NOMADS). Combinando i due profili, per ciascuna specie, T_{opt} è stata definita come la temperatura corrispondente alla mediana della distribuzione latitudinale, e T_{max} come la temperatura relativa al 5° percentile della stessa distribuzione. I risultati sono stati validati per confronto con quanto riportato in Cheung *et al.* (2013). I parametri T_{opt} e T_{max} di ogni gruppo sono stati calcolati come la media dei parametri delle specie costituenti, pesata sulla rispettiva biomassa stimata nel bacino. Giacché i parametri utilizzati riguardano la temperatura superficiale, c è stato attribuito assumendo un effetto della temperatura più marcato sulle specie pelagiche rispetto a quelle demersali o bentoniche. Per verificare la risposta del sistema all'incremento di temperatura, sono state eseguite

Tab. 1 - Gruppi funzionali inclusi nel modello (GA=Gruppo Autoctono; GI=Gruppo Invasivo, TL=Livello Trofico).

Functional groups considered in the model (GA=Indigenous Group; GI= Invasive Group, TL=Trophic Level).

	NOME	G.A.	TL	G.I.	TL	N. Sp. INVASIVE
NEKTON	Tonno rosso	TON	4.33			
	Pesci nectivori	PNV	4.18	PNI	4.29	3
	Cefalopodi	CEF	3.58			
	Pesci piatti	PPT	3.28			
	Pesci bentivori	PBV	3.27	PBI	3.78	1
	Pesci planctivori	PPV	3.03	PPI	3.04	1
BENTHOS	Macrobenthos predatore	MPR	2.71	MPI	3.14	4
	Macrobenthos onnivoro	MON	2.58	MOI	3.23	2
	Macrobenthos filtratore	MFL	2.44	MFI	2.47	5
	Pectinidae	PEC	2.42			
	Veneridae	VEN	2.42			
	Macrob. detritivoro	MDT	2.10	MDI	2.00	1
	Macrob. erbivoro	MER	2.03	MEI	2.00	3
	Meiobenthos	MEB	2.00			
PLANKTON	Macrozooplankton		3.08	MZI		2
	Mesozooplankton	MZP	2.31	MPI	2.00	2
	Meduse	MED	2.85	MII	3.06	2
	Microzooplankton	MIZ	2.00			
	Bacterioplankton	BPL	2.04			
	Fitoplankton	FIP	1.00			
D.	Carcasse	CAR	1.00			
	Detrito	DET	1.00			

20 simulazioni di 30 anni, applicando un aumento lineare della T media annuale dal valore registrato nel bacino nel 2007 ($T_{\text{start}}=18.4\text{ }^{\circ}\text{C}$), a diverse temperature finali. Il valore finale di incremento di T nelle diverse simulazioni è compreso tra $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ in 10 anni ($T_{\text{end}}=19.2\text{--}19.6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nei 20 anni successivi della simulazione la temperatura è mantenuta costante al valore T_{end} . Per ogni simulazione, si è ricavata la biomassa finale (B_{end}), la variazione relativa ($B_{\text{end}}/B_{\text{start}}$) e il valore della funzione ($f(T)$) per ciascun gruppo. Inoltre, si è calcolato un indice di sensitività relativa, espresso come $(\Delta B/B_{\text{start}})/(\Delta T/T_{\text{start}})$, dove $\Delta B = B_{\text{end}} - B_{\text{start}}$. Per valutare la prevalenza degli effetti dovuti alle interazioni trofiche e/o alla temperatura su ogni gruppo funzionale, si è utilizzato il *Mixed Trophic Impact* (MTI), che quantifica gli effetti trofici sia diretti che indiretti che un certo gruppo subisce a seguito della variazione di biomassa degli altri gruppi del sistema. Poiché il MTI tiene conto solo degli effetti trofici, comparandolo con i risultati delle simulazioni si può valutare per ogni gruppo funzionale la prevalenza di effetto trofico o di temperatura. A tale scopo, dai risultati della simulazione con $\Delta T = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, è stata estratta la matrice del MTI, normalizzando ciascun valore per la biomassa del gruppo ricevente gli effetti.

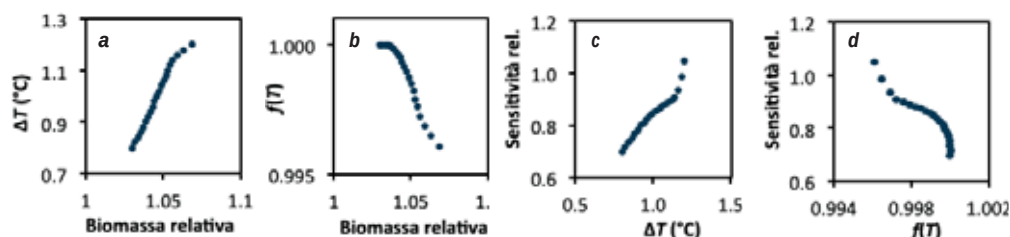


Fig. 1 - Relazione tra aumento di temperatura e biomassa relativa (a), forzante e biomassa relativa (b), aumento di temperatura e sensitività relativa (c) e forzante e sensitività relativa (d) per il gruppo del necton bentivoro (BFD).

Relationship between T increase and relative biomass (a), forcing and relative biomass (b), T increase and relative sensitivity (c) and forcing and relative sensitivity (d) for the Benthic Feeders group (BFD).

Risultati - La struttura della rete trofica presenta il massimo livello trofico occupato dal tonno rosso, che si trova poco al di sopra delle altre specie nectivore, autoctone ed invasive. La maggior parte della biomassa si trova invece concentrata tra i livelli 2 e 3 (comparto planctonico e bentonico). Si osserva, inoltre, che, a causa di diete diverse, i gruppi di specie invasive non si pongono necessariamente a un livello trofico confrontabile con i corrispettivi autoctoni (è il caso ad esempio del macrobenthos predatore ed onnivoro, dove i gruppi invasivi mostrano un livello trofico nettamente superiore). L'analisi di sensitività evidenzia la presenza di effetti non lineari all'interno della rete trofica. In particolare, analizzando le relazioni tra valore di $f(T)$ calcolato per T_{end} e l'indice di sensitività relativa, si evidenziano tassi di variazione non lineari per tutti i gruppi. La Fig. 1 mostra questi effetti nel caso del necton bentivoro. L'utilizzo del MTI ha evidenziato le potenzialità del metodo nel discriminare i diversi gruppi in relazione alla dipendenza da fattori prevalentemente trofici, termici o da entrambi. Confrontando l'indice di variazione relativa con l'effetto dovuto alle interazioni trofiche (Fig. 2), si evidenziano (A) gruppi con elevato grado di variazione ma poco influenzati da effetti trofici (quindi prevalentemente legati alle variazioni di temperatura); (B) gruppi con bassa variazione e buon livello

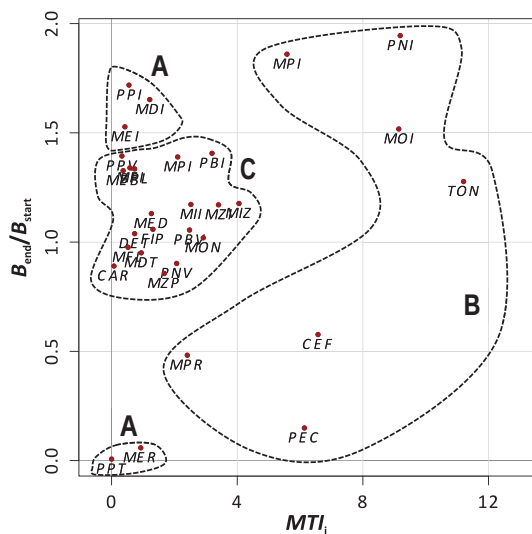


Fig. 2 - Relazione tra la variazione della biomassa relativa e l'indice d'impatto relativo per i gruppi trofici.

Relationship between relative biomass variation and relative impact index for all the trophic groups.

d'interazioni trofiche (quindi non legati a variazioni della temperatura, ma con un ruolo importante in termini di rete); e infine (C) gruppi che mostrano entrambi gli effetti.

Conclusioni - I risultati dell'analisi di sensitività condotta sui diversi scenari, suggeriscono interessanti potenzialità nell'utilizzo di modelli di rete trofica a media complessità per lo studio dei possibili effetti ecosistemici legati all'invasione di specie aliene termofile. L'analisi della risposta agli incrementi di temperatura mostra infatti che il sistema è soggetto a dinamiche non lineari, e che quindi i risultati non sono desumibili semplicemente dalle condizioni iniziali. D'altro canto l'analisi del MTI permette di discriminare i fattori (trofico o termico o entrambi) che influenzano maggiormente i diversi elementi del sistema.

Bibliografia

- CHEUNG W.W., WATSON R., PAULY D. (2013) - Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, **497** (7449): 365-368.
- LASSITER R.R., KEARNS D.K. (1974) - Phytoplankton population changes and nutrient fluctuations in a simple aquatic ecosystem model. In: E.J. Middlebrookers, D.H. Falkenberger, T.E. Maloney (eds), *Modelling the eutrophication process*. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI: 131-138.
- TORTONESE E. (1964) - Main biogeographical features and problems of the Mediterranean fish fauna. *Copeia*, **1**: 98-107.
- ZENETOS A., GOFAS S., MORRI C., ROSSO A., VIOLANTI D., GARCIA RASO J.E., CINAR M.E., ALMOGI-LABIN A., ATE S.A., AZZURRO E., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., BILECENOGLU M., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., HYAMS-KAPHZAN O., KARACHLE P.K., KATSANEVAKIS S., LIPEJ L., MASTROTOTARO F., MINEUR F., PANCUCCI-PAPADOPOULOU M.A., RAMOS ESPLÁ A., SALAS C., SAN MARTIN G., SFRISO A., STREFTARIS N., VERLAQUE M. (2012) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Patterns in introduction trends and pathways. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (2): 312-336.
- ZUCCHETTA M., LIBRALATO S., GRANZOTTO A., PRANOVI F., RAICEVICH S., TORRICELLI P. (2003) - Modelling approach for the evaluation of the efficacy of MPA in the northern Adriatic Sea. *Proceedings of 6th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*, Ravenna (Italy).

E. CECERE, G. PORTACCI, A. PETROCELLI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) - CNR, Via Roma, 3 - 74123 Taranto, Italia.
ester.cecere@iamc.cnr.it

FINDING OF THE *CODIUM FRAGILE* SUBSP. *FRAGILE*
(CHLOROPHYTA, BRYOPSIDALES) ALIEN SEAWEED
IN THE MISENO LAKE TRANSITIONAL WATER SYSTEM
(SOUTHERN ITALY): AN UPDATE OF ITS DISTRIBUTION
IN ITALY AND IN THE MEDITERRANEAN SEA

RITROVAMENTO DELLA MACROALGA ALIENA *CODIUM FRAGILE*
SUBSP. *FRAGILE* (CHLOROPHYTA, BRYOPSIDALES)
NELL'AMBIENTE DI TRANSIZIONE LAGO MISENO
(SUD ITALIA): AGGIORNAMENTO DELLA SUA DISTRIBUZIONE
IN ITALIA E NEL MEDITERRANEO

Abstract - The alien seaweed *Codium fragile* subsp. *fragile* is reported for the first time along the Campania coasts in the transitional water system Miseno Lake. Thalli were collected on artificial substrata in September 2013. The most likely vector of introduction is the transport of mussels for aquaculture and live sale.

Key-words: alien seaweeds, Mediterranean Sea, Miseno Lake, *Codium fragile* ssp. *fragile*, Transitional Water Systems.

Introduction - The introduction of alien species represents a serious threat to biodiversity and functioning of both terrestrial and aquatic ecosystems. Therefore, the European Union is indicating new measures to prevent the introduction of new alien species potentially invasive and effectively manage those already present. This is also a target of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD) and of the European Alien Species Information Network (EASIN) that aimed to widen the information about alien species already present along the European coasts and facilitate the implementation of laws for the management of the invasive ones (Katsanevakis *et al.*, 2013). Indeed, intentional or unintentional introductions are continuously growing, mainly due to the steady increase of both world commercial trade and aquaculture activities. Within the framework of the Flagship Project RITMARE, our Research Unit is currently engaged in the finding and study of alien seaweeds in the Test Areas of Taranto and Naples.

Materials and methods - During the first days of September 2013, a survey was carried out along the coast of the Gulf of Naples, namely the town promenade, the harbour and the transitional water systems of the Miseno and Fusaro Lakes, with 13 sampling stations in all. Only qualitative collections were performed through the scraping of hard substrata where seaweeds were present. The collected material was preserved in buffered 4% formaldehyde-seawater and brought to the laboratory for sorting. Thalli were examined unstained with both stereo and compound microscopes (Leica Microsystems®, Wetzlar, Germany). Photomicrographs were captured using a Nikon Coolpix 4500 (Nikon, Tokyo, Japan). Dried and liquid preserved samples were deposited in the Herbarium of the Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" of Taranto (TAR).

Results - Four large thalli of *Codium fragile* subsp. *fragile* (Suringar) Hariot (hereafter *C. fragile*) (Fig. 1) were identified after collection in three different stations

of the Miseno Lake (Fig. 2), at a depth of 50 cm, settled on artificial substrata along the coast.

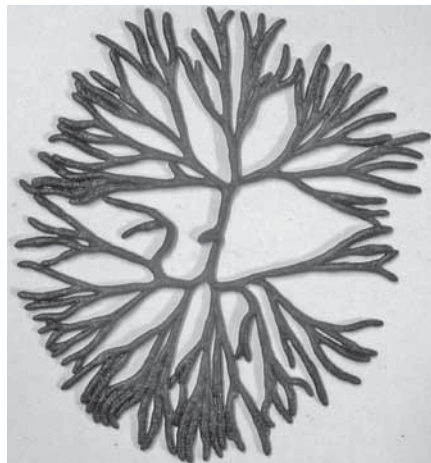


Fig. 1 - Thallus of *C. fragile*. Scale bar: 1 cm = 21 mm.
Tallo di *C. fragile*.

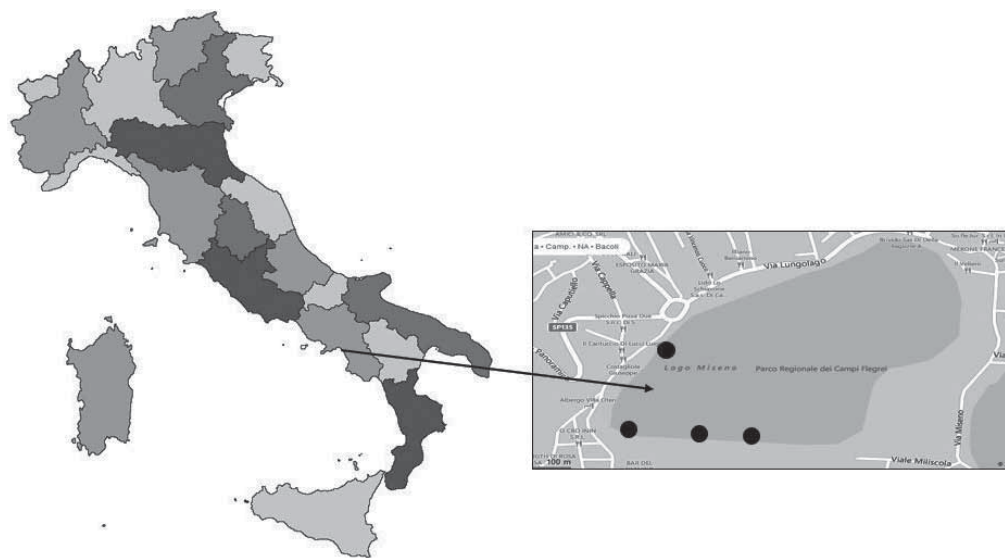


Fig. 2 - Location and map of the Miseno Lake. (●) Sampling stations.
Localizzazione e mappa del Lago Miseno. (●) Stazioni di campionamento.

The correct identification of the species was possible due to the presence of utricles with the characterising mucrons. Microscopical observations showed the presence of different morphologies of mucrons. Some of them were pointed and sometimes very long, others were short and roundish (Fig. 3a, b). In addition, unattached thalli were observed going in and out the Lake through the channel connecting it to the open sea, following the tideway.

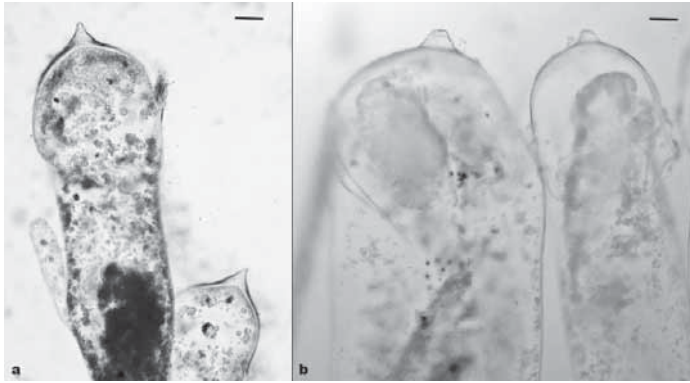


Fig. 3 - Utricles of *C. fragile*. a) pointed mucrons, scale bar: 53 µm; b) roundish mucrons, scale bar: 50 µm.

Utricoli di C. fragile. a) mucroni appuntiti; b) mucroni arrotondati.

Conclusions - *Codium fragile* is native from Japan and its natural distribution range encompasses China and Korea. It is considered a highly invasive species introduced throughout the continents, to date (Provan *et al.*, 2008). This is its first report from the coasts of Campania region, where it was found in a transitional water system. However, the species might be present also in the open sea. The first finding of *C. fragile* for Italy dates back to 1974 in the Faro Lake in Sicily (Fig. 4) (Furnari, 1974); afterwards it was no longer observed (Serio *et al.*, 2009). Nowadays, it is present along all the Italian coasts. The specimens collected at Marina of Pisa and Leghorn harbour were identified as *C. fragile* subsp. *atlanticum* (Fig. 4) (Petrocelli *et al.*, 2013). However, considering the high morphological variability in the mucron shape and dimensions, as also underlined by Hubbard and Garbary (2002), molecular analyses are required to confirm if two different taxonomic entities do exist. In the Mediterranean, *C. fragile* was probably introduced during the World War II, presumably through military shipping; it was reported for the first time in 1946 in France (Verlaque, 1994) and now it is present almost throughout the basin (Fig. 4).



Fig. 4 - Distribution of *C. fragile* in the Mediterranean Sea. (★) Miseno Lake, (▲) Faro Lake, (◆) Marina di Pisa.

Distribuzione di C. fragile nel Mediterraneo. (★) Lago Miseno, (▲) Lago di Faro, (◆) Marina di Pisa.

Even though fouling on ship and boat hulls can not be ruled out, the main vector hypothesised for *C. fragile* worldwide introduction is shellfish importation (most likely *Crassostrea gigas* Thunberg) (GISD, 2014). Indeed, this seaweed is frequently found near aquaculture plants, seafood shops, import/export firms, and restaurants with seafood as a speciality. Often, oyster valves are thrown into the sea and if germlings or plantlets are settled on them, the seaweed is introduced in the new zone. This could also be the case of *C. fragile* in the Miseno Lake. Introductions of *C. fragile* can occur in the same zone at different times. This is the case of the Mar Piccolo of Taranto, where *C. fragile* was collected for the first time in July 2002, then observed again in July 2003 and not found again until 2009, when well-developed and healthy thalli were detected again (Petrocelli *et al.*, 2013). In Chile, the economic damage caused by *C. fragile* to the cultivation plants of *Gracilaria chilensis* Bird, McLachlan et Oliveira was noticeable (Neill *et al.*, 2006), and along the north American coasts this species is considered a “pest” (Bridgwood, 2010). On the contrary, in the Mediterranean, no negative impact of *C. fragile* was reported. However, due to the invasive features of this species, it is necessary to be always on one’s guard.

Acknowledgements: The invaluable help of the Stazione Zoologica Anton Dohrn of Naples and of the Port Authority of Naples for logistic assistance is heartily acknowledged.

References

- BRIDGWOOD S. (2010) - *Codium fragile* ssp. *fragile* (Suringar) Hariot summary document. Fisheries Research Report No. 202. Department of Fisheries, Western Australia: 12 pp.
- FURNARI G. (1974) - Segnalazione di *Codium fragile* (Suringar) Hariot nel Lago di Faro (Messina). *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **4**: 193-198.
- GISD (2014) - *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. Global Invasive Species Database. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=796&fr=1&sts=sss&lang=EN>. Accessed 17 February 2014.
- HUBBARD C.B., GARBARY D.J. (2002) - Morphological variation of *Codium fragile* (Chlorophyta) in Eastern Canada. *Bot. Mar.*, **45**: 476-485.
- KATSANEVAKIS S., GENOVESI P., GAIJI S., NYEGAARD HVID H., ROY H., NUNES A.L., SÁNCHEZ AGAUDO F., BOGUCARSKIS K., DEBUSSCHER B., DERIU I., HARROWER C., JOSEFSSON M., LUCY F.E., MARCHINI A., RICHARDS G., TRICHKOVA T., VANDERHOEVEN S., ZENETOS A., CARDOSO A.C. (2013) - Implementing the European policies for alien species - networking, science, and partnership in a complex environment. *Manag. Biol. Invasions*, **4**: 3-6.
- NEILL P.E., ALCADE O., FAUGERON S., NAVARRETE S.A., CORREA J.A. (2006) - Invasion of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* in northern Chile: a new threat for *Gracilaria* farming. *Aquaculture*, **259**: 202-210.
- PETROCELLI A., CECERE E., VERLAQUE M. (2013) - Alien marine macrophytes in transitional water systems: new entries and reappearances in a Mediterranean coastal basin. *BioInvasions Records*, **2**: 177-184.
- PROVAN J., BOOTH D., TODD N.P., BEATTY E., MAGGS C.A. (2008) - Tracking biological invasions in space and time: elucidating the invasive history of the green alga *Codium fragile* using old DNA. *Diversity Distrib.*, **14**: 343-354.
- SERIO D., CORMACI M., FURNARI G. (2009) - The Lakes Faro and Ganzirri. In: Cecere E., Petrocelli A., Izzo G., Sfriso A. (eds), *Flora and Vegetation of the Italian Transitional Water Systems*. CoRiLa, Stampa Multigraf, Spinea, Venezia: 229-234.
- VERLAQUE M. (1994) - Inventaire des plantes marines introduites en Méditerranée: origines et répercussions sur l’environnement et les activités humaines. *Oceanologica Acta, Fr.*, **17**: 1-23.

The present study was performed within the RITMARE Project.

S. CHIESA, L. LUCENTINI¹, R. FREITAS, F. NONNIS MARZANO², E. FIGUEIRA,
F. MINELLO³, S. BREDA³, E. ARGES³

Department of Biology & CESAM (Centro de Estudos do Ambiente e do Mar), University of Aveiro,
Campus de Santiago, 3810 - 193 Aveiro, Portugal.

stefania.chiesa@ua.pt

¹Dep. of Chemistry, Biology and Biotechnologies, University of Perugia, Italy.

²Dep. of Life Sciences, University of Parma, Italy.

³Dep. of Molecular Sciences and Nanosystems, Ca' Foscari University of Venice, Italy.

GENETIC VARIABILITY OF MANILA CLAM *VENERUPIS PHILIPPINARUM* AND ITS HYBRIDIZATION WITH NATIVE CLAM *VENERUPIS DECUSSATA*

VARIABILITÀ GENETICA DELLA VONGOLA VERACE FILIPPINA VENERUPIS PHILIPPINARUM E SUA IBRIDAZIONE CON LA SPECIE NATIVA VENERUPIS DECUSSATA

Abstract - Manila clam *Venerupis philippinarum* – synonym *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850), family *Veneridae* – is a successful marine invader, being introduced worldwide for bivalve aquaculture and fisheries activities. In Europe, it has been introduced in the early '70, nowadays representing one of the most important economic resource within European seafood products. Genetic diversity of introduced populations is poorly known, despite its economic value. Biogeography and population genetics of Manila clam has been investigated in 12 introduced Manila clam populations in Italy, Spain, and Portugal from Mediterranean and Atlantic sampling sites, by both 16SrDNA sequencing and microsatellite genotyping. Moreover, hybridization between alien clam and native clam *Venerupis decussata* – synonym *Ruditapes decussata* (Linnaeus, 1758) family *Veneridae* – has been investigated in Portuguese sympatric populations by nuclear genes genotyping (*ITS1*, *ITS2*, *5S*).

Key-words: *Venerupis* (*Ruditapes*) *philippinarum*, population genetics, hybridization, Europe.

Introduction - Manila clam *Venerupis philippinarum* - synonym *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) is a bivalve mollusc belonging to the family *Veneridae*. This species was originally distributed in the Indo-Pacific region (Japan, Korea and China), but it has been introduced worldwide for aquaculture and fisheries activities. Actually, Manila clam represents itself almost 20% of worldwide mollusc total production, being considered one of the most successful invaders. In Europe, the species was introduced for commercial cultivation in England, Ireland, France, Spain, Portugal and Italy, the latter representing the second producer in the world after China (Guo *et al.*, 1999). Although commercially exploited and well-known as an highly invasive species, Manila clam is still poorly known under many biological points of view, such as genetics, especially in the invaded environments. Herein 12 introduced Manila clam productive populations in Italy, Spain, and Portugal have been investigated to assess their genetic diversity. We investigated the biogeographic and the phylogenetic information through the direct sequencing of 16S mitochondrial DNA and the population genetics by 7 microsatellite genotyping. Moreover, a preliminary analysis of hybridization among alien and native clam has been carried out in Ria de Aveiro (Portugal), throughout the genotyping of three nuclear genes: *ITS1*, *ITS2* and *5S*.

Materials and methods - Samples of Manila clam were collected from 12 introduced populations from both Mediterranean and Atlantic coasts of Europe. Sampling sites were distributed in Northern Adriatic Sea from the Marano Lagoon (two sites), the Venice Lagoon (three sites), the River Po Delta (two sites) and Sacca Scardovari (one site). Moreover, one population was collected in North Western

Spain (Galician coast) and three from Northern Portugal (Ria de Aveiro Lagoon). Twenty adult organisms were collected at each site. High molecular weight genomic DNAs were extracted and purified from ethanol-fixed mantle and foot tissue (stored at -20°C) to avoid the interferences due to the “Doubly Uniparental Inheritance” (DUI) of mtDNA (Plazzi and Passamonti 2010). Genomic DNA was extracted by Wizard genomic DNA Purification kit (Promega). Amplification and sequencing of a 16S rRNA gene fragment was achieved using primers 16Sar-ALT and 16Sbr-ALT (see Chiesa *et al.*, 2011, 2014 for reactions). Fragments sequencing was performed by Macrogen Europe Service. The obtained sequences were aligned and compared with those of *V. philippinarum* (GenBank Accession Number AF484294; AF484296; HQ634142; DQ356383) and other species like *V. decussata* (A.N. AJ548764; HQ634141), *Ruditapes variegatus* (synonym *R. variegata*, Sowerby 1852) (A.N. JN248567), and *Ruditapes bruguieri* (Hanley 1845) (A.N. DQ184727). Other outgroups included *Glaucanome rugosa* (Hanley, 1843) (A.N. DQ184754) and *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (A.N. AF038999). Two original sequences of *V. decussata* collected in the Venice Lagoon were also included. Haplotype network was performed in TCS v1.21 with confidence threshold at 95%. Spatial or demographic expansion were estimating through Tajima’s D neutrality test performed using DNAsp 5.0, and testing data both at fine scale (<300 km with space continuity), and at large scale (>2000 km i.e. without space continuity). In particular, the Tajima’s Neutrality Test was performed for four different subsets: at large scale for the entire *V. philippinarum* pool, for Atlantic-Adriatic pool (China DQ356383 was excluded) and at fine scale, i.e. both separately for the Atlantic and for the Adriatic pools. Statistical selection of best-fit models of nucleotide substitution was performed by means of jmodeltest; on the basis of these results, the Jukes-Cantor model was used to assess the evolutionary history among samples. Maximum Likelihood and Neighbour Joining methods were inferred in MEGA6.06 estimating standard error by a bootstrap procedure (1,000 replicates). All samples analyzed for mtDNA were also genotyped for seven microsatellite loci: *Asari 16*, *Asari 23*, *Asari 24*, *Asari 54* (Yasuda *et al.*, 2007), *Ktp5*, *Ktp8*, *Ktp22* (An *et al.*, 2009). See Chiesa *et al.* (2011) for reaction details. Genotyping errors and occurrence of null alleles were tested by Micro-checker v2.2.3. Linkage Disequilibrium between each pair of loci was tested through GenePop. Allelic richness, private alleles and test for the Hardy-Weinberg equilibrium for each locus both in the entire dataset and in each pool (Adriatic or Atlantic), allelic frequency for each locus, expected and observed heterozygosity, Nei distances evaluations and the pairwise F_{ST} values using the AMOVA method, in order to measure the genetic differences between populations, were evaluated by GenAlEx 6.4.1. Structure 2.3.3 was used to perform fine and large scales analyses. Finally, hybridization analyses of *ITS1*, *ITS2* and *5S* genes were carried out on 30 samples of *V. philippinarum* and 30 samples of *V. decussata*, 10 samples for each alien and native population (Murtosa, Esteiro do Rio Boco, Costa Nova) sampled in Ria de Aveiro, following the protocols described by Hurtado *et al.* (2011).

Results - The 16S rDNA sequences were successfully sequenced for 133 individuals of *V. philippinarum* and two of *V. decussata* and were aligned unambiguously for 438 bp (*Vp*) or 407 bp (*Vd*). The overall number of mutations among aligned sequences of *V. philippinarum* (137) was 12. The number of mutations among *V. philippinarum* sequences and selected outgroups were higher: 75 with *R. variegatus* and *R. bruguieri*, 84 with *V. decussata*. Moreover, 16S sequences of *R. variegatus* and *R. bruguieri* had a deletion of 33 bp, whilst *V. decussata* sequences had a deletion of 31 bp. Twenty haplotypes clustering into 5 separate haplogroups were identified, a single one comprised 12 haplotypes for *V. philippinarum*. Haplotypes Rphap1-10 and

Rphap12 included the original Italian, Spanish and Portuguese samples (GenBank A.N. KF736199-211). Rphap11 contained only the Chinese sequence (GenBank A.N. DQ356383). Rphap1 (weight =0.174) had the biggest haplotype probability among *V. philippinarum* haplotypes; other haplotypes ranged from 0.0006 to 0.162. The Tajima's Neutrality Test performed on *V. philippinarum* samples showed the occurrence of 12 segregating sites (S) and a significant ($p < 0.05$), Tajima statistics test ($D = -1.914$). Without DQ356383, belonging to China, S was 10 and Tajima statistics test D was -1.789 ($p < 0.05$). Restricting to fine scale, i.e. to either Adriatic or Atlantic samples, S was 6, whether for Adriatic samples $D = -1.755$ and for Atlantic samples $D = -1.487$ both with $p > 0.05$. Jmodeltest identified JC as the best model ($-\ln L = 710.75$). Bootstrap NJ and ML phenograms performed with this model showed almost the same topology. *V. philippinarum* is clearly separated from congeneric species. A significant node separation (99/100 bootstrap) was observed within *V. philippinarum* haplotypes, separating the Chinese haplotype Rphap11 from all the European haplotypes. Rp hapl was the most frequent, shared among all populations. On the opposite, the other 10 haplotypes were rare and distributed at local scale, showing a clear geographic structuring. As for microsatellites, all loci were affected by missing amplifications. These observations are in accordance with Micro-checker results, showing that each locus could be globally affected by null-alleles, except for locus *Asari 16* and *Asari 54*. The results of null-alleles analyses for single populations showed that all populations are affected by null alleles at almost one locus. Exact test for genotypic Linkage Disequilibrium were significant at 0.05 level for 17 out of 21 comparison. The same test performed for each couple of loci removing samples affected by null alleles showed that the statistical values were reinforced. All loci were polymorphic in most of the analyzed populations: the number of alleles per locus (N_a) ranged from 8 (*Asari 24*) to 18 (*Ktp5*) for a total of 136 alleles. Twenty-two of them were private and ten new alleles were described. The expected heterozygosity (H_e) differed among the seven analyzed loci: values ranged from 0.29 ± 0.08 for *Asari 54* to 0.80 ± 0.02 for *Asari 16*. The observed values (H_o) of heterozygosity were comprised between 0.16 ± 0.04 for *Ktp 5* and 0.81 ± 0.02 for *Asari 16*. Per population, F ranged from -0.52 (population ESP locus *Asari 24*) to 0.84 (population F locus *Asari 23*) excluding those situations in which H_o was 0, so F was equal to 1. F_{st} values ranged from 0.04 to 0.55. AMOVA analysis at large scale underline an "among pops" variation percentage of 16% instead a "within pops" variation of 84%. Hardy-Weinberg (HW) analysis results underlined that *Asari 16* was never under equilibrium, instead *Asari 54* was either not under equilibrium or monomorphic. For the other loci, variations across populations were found. Structure analyses were not reliable both for $L(K)$ (even if a slight variance between $k=4$ and $K=5$ runs can be supposed) and (ΔK). Preliminary analyses on hybridization between Manila clam and native clam showed the occurrence of two heterozygote individuals among *V. philippinarum*, for all investigated genes (*ITS1*, *ITS2* and *5S*). These samples showed the occurrence of both Manila and native clams amplified fragments. The other 28 Manila clam samples were homozygote for all genes showing a single typical band at 698, 565 and 526 bp, respectively. None heterozygote sample was identified among *V. decussata* samples, as they showed always a single typical band at 797, 482 and 593 bp for *ITS1*, *ITS2* and *5S* respectively.

Conclusions - The biogeographic and phylogenetic analyses based on *16S* rDNA of introduced Manila clam populations showed a complex scenario, dominated by multiple introductions of individuals coming from different sources, as a consequence of multiple founder effects. The mtDNA gave valuable results in terms of biogeographic structure and genetic diversity of the investigated populations.

Additional data on other introduced and native populations should be collected to infer the history of Manila clam invasion, reconstructing the invasive pathways. As for the microsatellites genotyping, it showed a variable genetic diversity among populations, but the results were strongly influenced by null alleles and heterozygosity deficits (as previously observed in other bivalves) and did not provide reliable data for European populations. These problems are due to the high number of generations and the occurrence of mutations in the flanking regions. Thus, population genetics and stock identification should be assessed using new powerful markers, such as those obtained by NGS (Next Generation Sequencing) methods. Finally, preliminary analyses on a recent area of introduction of Manila clam like the Ria de Aveiro showed the occurrence of genetic hybridization among alien and native species. Future investigation should be carried out in other invaded communities to assess the degree of hybridization phenomena, that is posing an increasing risk of genetic pollution for native clam's conservation.

Acknowledgements: Authors would like to thank G.R.A.L. (Gestione Risorse Alieutiche Lagunari) of Venice lagoon for Venice lagoon samples and Dr. Immaculada Llorents Gumbau for collection of Spanish samples.

References

- AN H.S., KIM E.M., PARK J.Y. (2009) - Isolation and characterization of microsatellite markers for the clam *Ruditapes philippinarum* and cross-species amplification with the clam *Ruditapes variegata*. *Conserv. Genet.*, **10**: 1821-1823.
- CHIESA S., LUCENTINI L., FREITAS R., NONNIS MARZANO F., MINELLO F., FERRARI C., FILONZI L., FIGUEIRA E., BREDA S., BACCARANI G., ARGESSE E. (2014) - Genetic diversity of introduced Manila clam *Ruditapes philippinarum* populations inferred by 16S rDNA. *Biochem. Syst. Ecol.*, **57**: 52-59.
- CHIESA S., NONNIS MARZANO F., MINERVINI G., DE LUCREZIA D., BACCARANI G., BORDIGNON G., POLI I., RAVAGNAN G., ARGESSE E. (2011) - The invasive Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) in Northern Adriatic Sea: population genetics assessed by an integrated molecular approach. *Fish. Res.*, **110**: 259-267.
- GUO X., FORD S.E., ZHANG F. (1999) - Molluscan aquaculture in China. *J. Shellfish Res.*, **18**: 19-31.
- HURTADO N.S., PÉREZ-GARCÍA C., MORÁN P., PASANTES J.J. (2011) - Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. *Aquaculture*, **311**: 123-128.
- PLAZZI F., PASSAMONTI M. (2010) - Towards a molecular phylogeny of mollusks: bivalves' early evolution as revealed by mitochondrial genes. *Mol. Phylogenet. Evol.*, **57**: 641-657.
- YASUDA N., NAGAI S., YAMAGUCHI S., LIAN C.L., HAMAGUCHI M. (2007) - Development of microsatellite markers for the Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Mol. Ecol. Res.*, **7**: 43-45.

The research was funded by own funds of Molecular Sciences and Nanosystems Dept. (Venice) and Life Sciences Dept. (Parma). Moreover, this work was supported by the Spin off "Gen Tech" of the University of Parma; by European Funds through COMPETE, POPH/FSE; by National Funds through the Portuguese Science Foundation (FCT) within project PEst-C/MAR/LA0017/2013.

Stefania Chiesa and Rosa Freitas benefited from a Post Doctoral grant given by the Portuguese FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) numbers SFRH/BPD/91923/2012 and SFRH/BPD/92258/2013 respectively.

S. FELLINE, M. CARBONE¹, R. CARICATO, A. CUTIGNANO¹, B. D'ANIELLO²,
G. D'ERRICO³, A. FERRAMOSCA, M.E. GIULIANI³, S. GORBI³, L. GRAUSO¹, M.G. LIONETTO,
L. MAGLIOZZI², E. MOLLO¹, L. PITTURA³, G. POLESE², F. REGOLI³, V. ZARA, A. TERLIZZI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (Di.S.Te.B.A.), Università del Salento,
Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.

antonio.terlizzi@unisalento.it

¹ICB, CNR, Pozzuoli, Naples, Italy.

²Dip. di Biologia, Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy.

³Di.S.V.A., Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy.

CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA AND DIPLODUS SARGUS: A MODEL FOR AN INTEGRATED STUDY OF INVASIVE PEST METABOLITES IMPACT ON MEDITERRANEAN COASTAL MARINE SYSTEMS

CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA E DIPLODUS SARGUS: UN MODELLO PER LO STUDIO INTEGRATO DELL'IMPATTO DI METABOLITI SECONDARI DA SPECIE INVASIVE SU SISTEMI MARINO-COSTIERI DEL MEDITERRANEO

Abstract - In the Mediterranean Sea, the biological invasion by the green algae *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* is maybe the most striking marine sea-bottom landscape change of the last decades. In this paper, we have synthesized the results of 5 years of studies about the *C. cylindracea* effects on fish of ecological and economic importance, such as the white sea bream *Diplodus sargus*. We found that a secondary metabolite of *C. cylindracea* has the potential to enter in trophic chains and accumulate in fish tissues. Ecotoxicological analyses made on tissues of the *D. sargus* specimens showed alterations of some of main antioxidant systems, such as catalase, glutathione peroxidases and total glutathione, and a significant induction of P450 biotransformation system. We found also that the *C. cylindracea* based-diet can alter muscle fatty acids composition in the white sea bream by reducing the percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA) of the n-3 and n-6 series, such as eicosapentaenoic (EPA, C20:5), docosahexaenoic (DHA, C22:6) and arachidonic acids (AA, C20:4). On the whole, this work sheds light on an unexplored and critical aspect of biological invasions with implication on the health of both humans and the environment.

Key-words: introduces species, diet deficiencies, fatty acids, biomarkers, fish physiology.

Introduction - Biological invasions are deemed as one of the most severe threats to terrestrial and marine biodiversity and can result in huge economic impacts on natural resources (Bax *et al.*, 2003). In the Mediterranean Sea, the biological invasion by the green alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman and Boudouresque, hereinafter *C. cylindracea* (Belton *et al.*, 2014), is maybe the most striking marine sea-bottom landscape change of the last decades, due to its high potential of dispersal and to deep modifications produced in the invaded benthic communities (Klein and Verlaque, 2008). Although many studies have assessed the effects of *C. cylindracea* spread on the benthic community structure (Klein and Verlaque, 2008), less clear are the complex indirect effects of invasive pests on functional properties of marine ecosystems. In the last 5 years, we carried out several sampling surveys along the coast of Apulia (South Italy) in order to explore the effects of *C. cylindracea* on functional properties of marine subtidal systems such as those represented by trophic relationships and cascade effects. Because of its ecological importance in modulating trophic cascade effects and thus the diversity of benthic assemblages, the white sea bream *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) has been chosen as a organism model. Through this paradigmatic example, the results presented here aimed at providing further insights to the subtle mechanisms by which biological invasions could affect marine ecosystems.

Materials and methods - Results are based on analyses performed on *D. sargus* individuals sampled between 2008 and 2012 along the coast between Brindisi and Lecce (BR) and the Marine Protected Areas of Porto Cesareo (PC) and Torre Guaceto (TG). The 3 locations are characterized by a comparable compositional structure of the rocky sessile assemblages (Fraschetti *et al.*, 2005). The presence of *C. cylindracea* in PC is only occasional while BR and TG are invaded locations, characterized by the massive presence of the alien alga. Once speared, individuals were immediately stored in a polystyrene box containing dry ice until transportation to the laboratory, where they were measured and weighed. Overall, a total of 155 specimens were collected, with a mean weight of 350 g ($SE = \pm 16.9$) and a mean length of 23.4 cm ($SE = \pm 1.7$), 110 from the 2 invaded areas (TG and BR) and 45 from the control location (PC). Liver, spleen, gills, brain and muscle were excised, frozen in liquid nitrogen and maintained at -80°C till processed for chemical and biochemical analyses. Stomach contents were sorted under magnification and identified to the lowest possible taxonomic level. The percentage of occurrence (O%), i.e. the percentage of non-empty stomachs that contained a particular prey item, and the modified index of relative importance (MI%), a composite measure combining percent weight and percent frequency of occurrence of each prey, were calculated for all items as described in Terlizzi *et al.* (2011). For each individual, liver, white and red muscle, skin and brain were separately extracted and organic extracts were analyzed in reverse phase high-performance liquid chromatography mass spectrometry (RP-HPLC-MS) to quantify algal metabolite. The enzymatic activities of catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), glutathione reductase (GR), glutathione S-transferase (GST), total glutathione (TGS), total oxyradical scavenging capacity (TOSC), Acyl CoA oxidase (AOX), acetylcholinesterase (ACH), micronuclei frequencies (MN), Na^+/K^+ - ATPase (Na^+/K^+) and 7-ethoxyresorufin O-deethylase (EROD), were measured. Muscle lipids were extracted by the Bligh and Dyer (1959) procedure and the fatty acids (FAs) composition of lipid fractions of muscle samples determined by gas chromatography of the corresponding methyl esters (Felline *et al.*, 2014). The canonical analysis of principal coordinates (CAP) was performed for the factor caulerpin set at three levels, namely absent, medium ($0 < x < 30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) and high ($> 30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) to visualize differences among fish based both on biomarkers and FAs composition. The contribution of each variables to differences seen in the CAP plots was investigated by calculating product-moment correlations of original variables with canonical axes. The correlations of individual variables with the two canonical axes (r_1 and r_2) were then represented as lines in the projection biplot.

Results - Fish revealed a high frequency of occurrence of *C. cylindracea* in the stomach contents at invaded areas (72.7 and 85.7%) while the alga was not detected in organisms from non-invaded area (PC). *D. sargus* accumulated one of the metabolites synthesized by *C. cylindracea* at concentrations ranging from zero to more than one hundred of $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, depending on the analyzed tissue, with the highest concentrations found in brain, liver and red muscle. The presence of *C. cylindracea* in the diet of *D. sargus*, as indicated by the significant accumulation of caulerpin in tissues, caused the onset of various biological effects, including activation of some enzymatic pathways (catalase, glutathione peroxidases, glutathione S-transferases, total glutathione and the total oxyradical scavenging capacity, 7-ethoxy resorufin O-deethylase), the inhibition of others (acetylcholinesterase and acylCoA oxidase), an increase of hepatosomatic index and the decrease of gonadosomatic index (Fig. 1A). The *C. cylindracea* based-diet has moreover, the potential to induce changes in the nutritional properties of *D. sargus*. Fish feeding on *C. cylindracea* showed indeed, an

altered muscle fatty acids composition, with a lower percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA) of the n-3 and n-6 series, such as eicosapentaenoic (EPA, C20:5), docosahexaenoic (DHA, C22:6) and arachidonic acids (AA, C20:4) than fish not feeding on this seaweed (Fig. 1B).

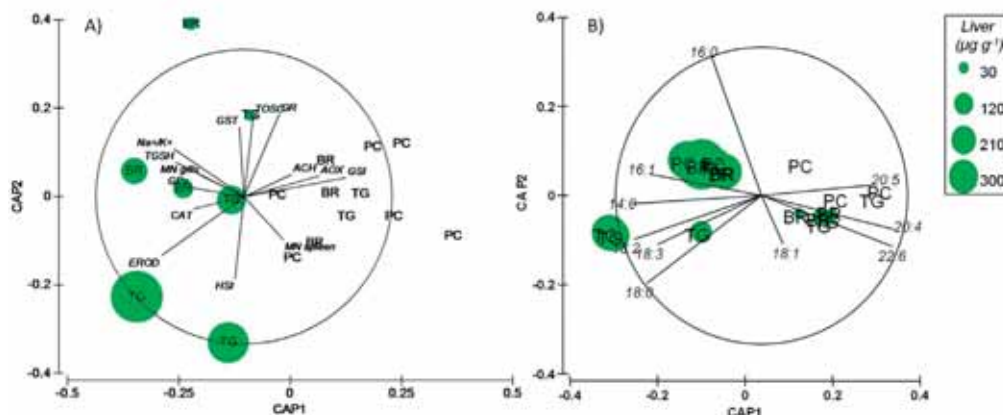


Fig. 1 - Canonical analysis of principal coordinates (CAP) representing differences in cellular and molecular responses (A) and fatty acid composition (B) across the different levels of caulerpin bioaccumulation. Green circles represent increasing caulerpin concentration in liver, expressed as $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ on dry weight. (From: Fellingine *et al.*, 2012 and 2014, modified).

*Analisi canonica delle coordinate principali (CAP) raffigurante le differenze nelle risposte cellulari e molecolari (A) e nella composizione in acidi grassi (B) tra diversi livelli di accumulo di caulerpina. I cerchi verdi sovrapposti su ogni campione rappresentano concentrazioni crescenti di caulerpina nel fegato, espresse in $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ su peso secco. (Da: Fellingine *et al.*, 2012 e 2014, modificato).*

Conclusions - Invasive alien species can have multiple effects ranging from changes in individual behavior to altered nutrient and energy fluxes in ecosystems. Through an integrated approach which conjugated organic chemistry, cellular biology, neurobiology, ecotoxicology and ecology, the present study supports the view that the entering of alien species in subtidal systems can alter trophic webs and can represent an important, indirect mechanism that might affect marine biodiversity with, also, critical implications of nutritional interest for human health (Fellingine *et al.*, 2012, 2014). The observed alterations in cellular and molecular responses in fact, might lead to a detrimental health status and altered behaviors, potentially preventing the reproductive success of fish populations. Particularly, a higher activity of the cytochrome P450 biotransformation pathway was found in fish exposed to algal metabolite. Considering that cytochrome P450 has a key role in metabolism of environmental xenobiotics (i.e. polycyclic aromatic and halogenated hydrocarbons) direct effects of algal metabolism on the efficiency of this pathway might indirectly influence the sensitivity of local fish populations toward chemical pollutants. The lower levels of AChE in fish accumulating caulerpin suggested an involvement in nervous systems impairment that could affect swimming, researching of food or predator avoidance. Gonadosomatic index resulted affected by a *C. cylindracea*-based diet, suggesting possible detrimental effect on gross gonadal morphology. The activation of antioxidant systems confirmed the ability of Caulerpales to increase production of radical oxygen species in fish which may lead to oxidative damages. Peroxisomes have a

key role in lipid metabolism and beta-oxidation of fatty acids, being modulated by a variety of natural molecules, synthetic products and anthropogenic pollutants (Gorbi *et al.*, 2012). Therefore, the alteration in the AOX activity found in this study in fish accumulating caulerpin could mechanistically explain variations in the content of fatty acids observed in fish exposed to *C. cylindracea*. The alteration in fatty composition of flesh fish not only could represent a risk for the health of fish unable to biosynthesize these essential fatty acids, but also lowered the nutritional value of white seabream flesh because of the key role of long-chain n-3 PUFA in the prevention of cardiovascular diseases, diabetes, hepatic steatosis, cancer and neurological disorders (Eilander *et al.*, 2007; Siegel and Ermilov, 2012; Nicholson *et al.*, 2013; Vaughan *et al.*, 2013; Ferramosca and Zara, 2014).

References

- BAX N., WILLIAMSON A., AGUERO M., GONZALEZ E., GEEVES W. (2003) - Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Mar. Policy*, **27**: 313-323.
- BELTON G.S., PRUD'HOMME VAN REINE W.F., HUISMAN J.M., DRAISMA S.G.A., GURGEL C.F.D. (2014) - Resolving phenotypic plasticity and species designation in the morphologically challenging *Caulerpa racemosa*-*peltata* complex (Chlorophyta, Caulerpacae). *J. Phycol.*, **50**: 32-54.
- BLIGH E.G., DYER W.J. (1959) - A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917.
- EILANDER A., HUNDSCHIED D.C., OSENDARP S.J., TRANSLER C., ZOCK P.L. (2007) - Effects of n-3 long chain polyunsaturated fatty acid supplementation on visual and cognitive development throughout childhood: a review of human studies. *Prostag. Leukotr. Ess.*, **76** (4): 189-203.
- FELLINE S., CARICATO R., CUTIGNANO A., GORBI S., LIONETTO M.G., MOLLO E., REGOLI F., TERLIZZI A. (2012) - Subtle effects of biological invasions: cellular and physiological responses of fish eating the exotic pest *Caulerpa racemosa*. *PLoS ONE*, **7**: e38763.
- FELLINE S., MOLLO E., FERRAMOSCA A., ZARA V., REGOLI F., GORBI S., TERLIZZI A. (2014) - Can a marine pest reduce the nutritional value of Mediterranean fish flesh? *Mar. Biol.*, DOI: 10.1007/S00227-014-2417-7
- FERRAMOSCA A., ZARA V. (2014) - Modulation of hepatic steatosis by dietary fatty acids. *World J. Gastroentero.*, **20** (7): 1746-1755.
- 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.
- GORBI S., BOCCHETTI R., BINELLI A., BACCHIOCCHI S., ORLETTI R., NANETTI L., RAFFAELLI F., VIGNINI A., ACCORONI S., TOTTI C., REGOLI F. (2012) - Biological effects of palytoxin-like compounds from *Ostreopsis cf. ovata*: a multibiomarkers approach with mussels *Mytilus galloprovincialis*. *Chemosphere*, **89**: 623-632.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 205-225.
- NICHOLSON T., KHADEMI H., MOGHADASIAN M.H. (2013) - The role of marine n-3 fatty acids in improving cardiovascular health: a review. *Food Funct.*, **4**: 357-365.
- SIEGEL G., ERMILOV E. (2012) - Omega-3 fatty acids: benefits for cardio-cerebro-vascular diseases. *Atherosclerosis*, **225** (2): 291-295.
- TERLIZZI A., FELLINE S., LIONETTO M.G., CARICATO R., PERFETTI V., CUTIGNANO A., MOLLO E. (2011) - Detrimental physiological effects of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the Mediterranean white seabream *Diplodus sargus*. *Aquat. Biol.*, **12**: 109-117.
- VAUGHAN V.C., HASSING M.R., LEWANDOWSKI P.A. (2013) - Marine polyunsaturated fatty acids and cancer therapy. *Brit. J. Cancer*, **108** (3): 486-492.

A. GIANGRANDE, M.C. GAMBI*

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento,
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
adriana.giangrande@unisalento.it

*Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italia.

POLICHETI ALLOCTONI IN MEDITERRANEO: STATO DELL'ARTE E POSSIBILI IMPATTI

MEDITERRANEAN ALIEN POLYCHAETE SPECIES: STATE OF THE ART AND POSSIBLE IMPACTS

Abstract - A synthesis of the polychaete alien species up to date reported in the Mediterranean Sea is here presented with discussion on their origin and distribution. A total of 134 alien species have been up to date reported in the Mediterranean. More than 50% of the alien polychaete species seems already well established in the Mediterranean basin, 18% have an invasive habit, while limited are the information on possible impacts of these aliens on the local autochthonous biota.

Key-words: alien species, Polychaeta, Mediterranean Sea, distribution, biogeography.

Introduzione - Ad oggi sono state segnalate in varie parti del mondo circa 292 specie aliene di policheti (164 generi e 39 famiglie), circa il 15% delle specie conosciute. Di queste 180 risultano ben stabilite. Serpulidae (53 specie) e Spionidae (46 specie) sono le famiglie maggiormente rappresentate in termini di invasori alieni nel mondo (Çinar, 2013). Il Mediterraneo è soggetto all'invasione di specie per la maggior parte introdotte attraverso il Canale di Suez (lessepsiane, circa 60%) o da differenti località intorno al mondo, introdotte attraverso il traffico marittimo o le attività di acquacoltura (Zenetos *et al.*, 2010). Ad oggi sono state documentate 955 introduzioni in Mediterraneo, che rappresentano il 6% del numero totale di specie presenti in questo bacino. La maggior parte di queste specie (718) è conosciuta per il bacino orientale. I policheti, che presentano una grande varietà dei tratti del ciclo vitale e capacità di dispersione, sono il terzo taxon, dopo molluschi e crostacei, per numero di specie introdotte. Per la maggior parte si tratta solo di segnalazioni e non esistono studi specifici sulle possibili interferenze che tali specie possono avere con la comunità autoctona. Inoltre, molte di queste specie sono state segnalate solo una volta e spesso con un solo individuo. Tuttavia, la maggior parte ad oggi risulta stabilita, mentre molto comuni sono anche le forme invasive, specie cioè in grado di alterare le catene alimentari, competere con le specie native e/o importatrici di nuovi patogeni. L'impatto che la traslocazione di specie attuata dall'uomo può avere sul biota ospitante è largamente sconosciuto e com'è noto esso è aggravato dal cambiamento climatico (Stachowicz *et al.*, 1999). Per quanto riguarda i policheti è stato molto studiato il caso del Serpulidae *Spirobranchus kraussii* (Baird, 1865) che, divenuto dominante in alcune regioni, ha alterato fortemente la struttura della comunità (Çinar *et al.*, 2012). Per altri serpulidi abbiamo invece casi di introduzioni così antiche che oramai fanno parte della nostra fauna, quali i Serpulidae *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) e *Hydroides elegans* (Haswell, 1883). In questo lavoro, basato sia su informazioni bibliografiche che su esperienze dirette, viene fatto il punto della situazione sui policheti alieni nel Mediterraneo, discutendo anche i pochi casi in cui è stata ipotizzata una qualche interferenza con gli equilibri preesistenti.

Materiali e metodi - I dati riportati si riferiscono ad una ricerca bibliografica dal 1970 ad oggi, e sintetizzati soprattutto nei lavori di Occhipinti-Ambrogi *et al.* (2011),

Zenetos *et al.* (2010) e Çinar (2013). È stata condotta un'analisi della distribuzione delle specie nei vari settori del Mediterraneo in base al loro status e all'area di provenienza. Le specie sono state così suddivise:

stabilite - in grado di riprodursi nelle aree di introduzione;

casuali - documentate una sola volta;

criptogeniche - specie con mancanza di prove sulla natività o introduzione;

dubbie - specie di dubbia identificazione.

La categoria *invasive* (specie che hanno superato le barriere biotiche e abiotiche) rimane all'interno delle stabilite, poiché ancora oggi l'invasività è stata stabilita per un numero molto limitato di policheti.

Risultati e conclusioni - Il Mediterraneo, con 134 specie aliene di policheti ad oggi censite, rappresenta, nell'ambito di questo taxon, l'area più intensamente invasa da specie alloctone (Çinar, 2013). In Tab. 1 sono mostrate le diverse percentuali dei gruppi individuati nei vari settori del Mediterraneo; il numero più cospicuo in tutti i settori è rappresentato dalle specie stabilite.

Tab. 1 - Percentuale dello stato delle specie aliene di policheti nei settori del Mediterraneo.

Percentage of the status of alien polychaete species in the Mediterranean sectors.

% policheti aliene	C-MED	O-MED	E-MED	ADRI
Stabilite	47	53	53	50
Casuali	0	2	2	0
Criptogeniche	25	25	16	22
Dubbie	28	20	29	23

In Fig. 1 è invece indicata la percentuale di policheti alieni suddivisa per zone di provenienza e all'interno dei settori Mediterranei. Alcune categorie sono state cumulate per facilitarne la lettura. La categoria biogeografica più rappresentata è quella Indo-Pacifica, con la maggior parte di queste forme presente nel settore orientale del Mediterraneo. Segue la categoria delle specie di provenienza da Mar Rosso-Oceano Indiano, tra queste ultime, le specie di provenienza dal Mar Rosso sembrano molto abbondanti nel settore orientale, ma frequenti anche in Adriatico meridionale, mentre le specie provenienti dall'Oceano Indiano sono esclusive del Mediterraneo orientale. I policheti si rivelano organismi indicatori di cambiamenti del biota marino mediterraneo anche in rapporto al cambiamento climatico, l'80% delle specie introdotte è infatti ad affinità tropicale (Mar Rosso e area Indo-Pacifica), segno di una "tropicalizzazione" del bacino. Il 45% delle specie alloctone è stabilita, e tra queste il 18% ha carattere invasivo (18% nel bacino orientale e solo l'8% in quello occidentale), ma non ci sono ancora indicazioni sull'impatto che queste specie possono aver causato o causare su altre specie e comunità autoctone. Per alcune specie oramai naturalizzate, come per il già citato *F. enigmaticus*, si può parlare di effetti positivi. Questa specie a tubo calcareo è considerata un "ecosystem engineer" per le sue elevate densità in ambienti salmastri dove forma veri e propri reef, che sembrano aumentare la complessità dell'habitat e favorire la biodiversità: analogamente potrebbe essere per la più recente introduzione di *S. kraussii* che nelle coste della Turchia forma densi popolamenti che sembrano costituire un substrato ideale per la colonizzazione di numerosi organismi della fauna vagile (Çinar *et al.*, 2006; Çinar, 2013).

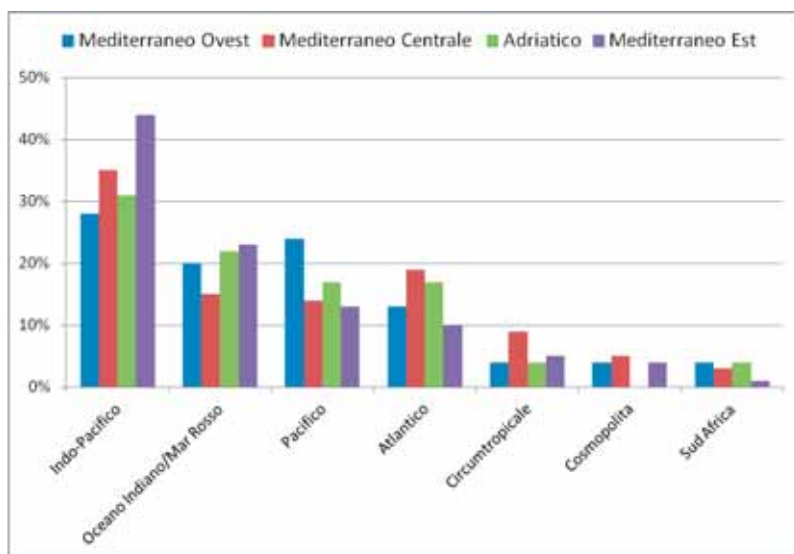


Fig. 1 - Percentuale delle categorie di provenienza delle specie aliene di policheti nei settori del Mediterraneo.

Percentage of biogeographic categories of alien polychaetes in the Mediterranean sectors.

Al contrario, *H. elegans*, e *H. dianthus* (Verrill, 1873) sono considerate “pest species” che, raggiungendo densità altissime durante la stagione estiva, appesantiscono e soffocano le colture di mitili, creando gravi problemi all'allevamento. Per quanto riguarda le vie di diffusione si può pensare ad una migrazione diretta, a propaguli trasportati dalle acque di zavorra, o attaccati alle chiglie delle navi (fouling) o attraverso le attività di maricoltura. L'analisi di Çinar (2013) riferisce che l'origine di provenienza è strettamente correlata con le rotte predominanti delle navi che entrano ed escono da un paese. La maggior parte delle specie aliene, soprattutto migranti lessepsiani, sembra essersi arrestata nel bacino orientale e non ha ancora invaso le nostre coste. Non sappiamo, comunque, se questo dato è solo una forzatura dovuta al fatto che, mentre le coste della Grecia e della Turchia sono state oggetto di studi mirati, ad oggi, nel panorama nazionale, non esistono finanziamenti per un vero e proprio monitoraggio mirato, ma solo per la produzione di liste che esaminano dati pregressi. In questo contesto, gli unici studi attuali che analizzano e comparano una serie temporale sono relativi alle coste di Israele e della Turchia (Çinar, 2013). Alcuni migranti lessepsiani, quali *Pseudonereis anomala* Gravier, 1900 e *Leodice antennata* Savigny in Lamarck, 1818, sono divenuti componenti dominanti delle comunità bentoniche delle coste israeliane, portando all'esclusione della nativa *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840) (Çinar, 2013), mentre nei fondi mobili della Baia di Mersin (Turchia) sono stati individuati ben 40 policheti alieni, e le specie autoctone *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864) e *Glycinde nordmanni* (Malmgren, 1866), sembrano essere state ampiamente sostituite dalle alloctone *Notomastus mossambicus* (Thomassin, 1970) e *Glycinde bonhourei* Gravier, 1904. Ma il dato più eclatante è che le dominanze sembrano essersi spostate verso i molluschi a scapito di specie di policheti, con la sostituzione di alcune forme limivore (Çinar et al., 2012). Bisogna sottolineare, infine, che la maggior parte delle specie stabilite è stata ritrovata in ambienti fisicamente degradati che sembrano essere più inclini

alle invasioni di habitat incontaminati (Çinar *et al.*, 2008; Galil, 2000; Occhipinti-Ambrogi *et al.*, 2011). L'aumento di zone inquinate potrebbe quindi accrescere la possibilità di invasioni esotiche. In questo contesto sembra che alcune specie aliene quali *Streblospio gynobranchiata* Rice & Levin, 1998, *Prionospio pulchra* Imajima, 1990, *Pseudopolydora paucibranchiata* (Okuda, 1937) e *Polydora cornuta* Bosc, 1802, hanno oramai sostituito nel Mediterraneo orientale i policheti autoctoni indicatori di inquinamento (Çinar *et al.*, 2012).

Ringraziamenti: Questo lavoro è dedicato alla memoria della nostra collega Francesca Gherardi, che ci ha lasciato troppo presto, e che ha dato un contributo formidabile alla problematica delle specie aliene nei sistemi acquatici.

Bibliografia

- ÇINAR M.E. (2013) - Alien polychaete species worldwide: current status and their impacts. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **93** (5): 1257-1278.
- ÇINAR M.E., KATAGAN T., KOÇAK F., ÖZTÜRK B., ERGEN Z., KOCATAS A., ÖNEN M., KIRKIM F., BAKIR K., KURT G., DAĞLI E., AÇIK S., DOĞAN A., ÖZCAN T. (2008) - Faunal assemblages of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in and around Alsancak Harbour (Izmir Bay, eastern Mediterranean) with special emphasis on alien species. *J. Mar. Syst.*, **71**: 1-17.
- ÇINAR M.E., KATAGAN T., ÖZTÜRK B., DAĞLI E., AÇIK S., BITLİS B., BAKIR K., DOĞAN A. (2012) - Spatio-temporal distributions of zoobenthos in Mersin Bay (Levantine Sea, eastern Mediterranean) and the importance of alien species in benthic communities. *Mar. Biol. Res.*, **8** (10): 954-968.
- ÇINAR M.E., KATAGAN T., ÖZTÜRK B., EGEMEN Ö., ERGEN Z., KOCATAS A., ÖNEN M., KIRKIM F., BAKIR K., KURT G., DAĞLI E., KAYMAKÇI A., AÇIK S., DOĞAN A., ÖZCAN T. (2006) - Temporal changes of soft-bottom zoobenthic communities in and around Alsancak Harbor (Izmir Bay, Aegean Sea), with special attention to the autoecology of exotic species. *Mar. Ecol.*, **27**: 229-246.
- GALIL B.S. (2000) - A sea under siege - alien species in the Mediterranean. *Biol. Invasions*, **2**: 177-186.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI-RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Invasions*, **13**: 215-237.
- STACHOWICZ J.J., WHITLATCH R.B., OSMAN R.W. (1999) - Species diversity and invasion resistance in a marine ecosystem. *Science*, **286**: 1577-1579.
- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., ÇINAR M., GARCIA RASO E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOGLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTIN G., GIANGRANDE A., KATAGAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLA A.A., MASTROTOTARO F., OCANA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean areas of the European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD) by 2010. Part I. Spatial distribution. *Medit. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.

La presente ricerca è stata finalizzata nell'ambito del Progetto MARINE STRATEGY Tematica Biodiversità ed Habitat valutazione di specie non indigene, secondo gli obiettivi della MSFD, e del progetto Bandiera RITMARE - La Ricerca Italiana per il Mare - coordinato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2011-2013).

A. GIANGRANDE, M. LICCIANO, M. LEZZI, C. PIERRI*, L.P.G. CARUSO, L. STABILI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento, Unità CoNISMa,
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.
adriana.giangrande@unisalento.it

*CNR - IBAF, Sez. di Monterotondo (Roma) - LIFEWATCH Italia.

ALLOCHTHONOUS *BRANCHIOMMA* SPECIES (ANELLIDA, SABELLIDAE) IN THE MEDITERRANEAN SEA. A CASE OF STUDY IN THE MAR GRANDE OF TARANTO

SABELLIDI ALLOCTONI DEL GENERE BRANCHIOMMA (ANELLIDA, SABELLIDAE) IN MEDITERRANEO. UN CASO DI STUDIO NEL MAR GRANDE DI TARANTO

Abstract - At present there are at least two introduced Sabellid species within the Mediterranean area both belonging to the genus *Branchiomma*. The first specie *B. luctuosum* was introduced more than 20 years ago, the second one *B. bairdi* is a more recent introduction. Since the year 1999 we are studying the biology of autochthonous and allochthonous species of sabellids in the Mar Grande of Taranto. In the present paper we give some preliminary data on *B. bairdi*, and discuss the possible negative and/or positive effects on the host biota.

Key-words: *Sabellidae*, alien species, Mediterranean Sea, Mar Grande of Taranto.

Introduction - The genus *Branchiomma* Kölliker, 1858 is a homogeneous group of fan worms (Sabellidae, Annelida). There are currently around 30 nominal species of *Branchiomma* described from a variety of shallow-water environments from many localities around the world. Several *Branchiomma* species have already being reported as moved out of their natural expected distribution range. *Branchiomma* species show relatively low dispersal ability, therefore their introduction can be attributed to recent anthropogenic translocations (Capa *et al.*, 2013). Two species are considered alien in the Mediterranean area: *B. luctuosum* (Grube, 1870) originally described from the Red Sea and translocated to the Mediterranean since the end of the 1970's, and *B. bairdi* (McIntosh, 1885), original from the Caribbean (Zenetos *et al.*, 2010; Arias *et al.*, 2012). *Branchiomma bairdi* is a species that has been relatively recently introduced into the Mediterranean, which has been underestimated and misidentified. This sabellid displays a highly invasive capacity and great potential for colonization also favored by the presence of asexual reproduction. Although its first finding in the Mediterranean dates back to 1995, in the Mar Grande of Taranto *B. luctuosum* was recorded in the year 2000, and *B. bairdi* was observed only in 2012. In the present paper we give some preliminary data concerning a study on its biology and invasiveness in the Mar Grande of Taranto, discussing the possible interaction with the other sabellids with similar ecology.

Materials and methods - The area under study is S. Vito (Cantieri Greco) in the Mar Grande of Taranto. Here we investigated on *B. bairdi* colonization by means of plastic panels (15  15 cm panels were placed at 1, 3, and 6 meter depth, three replicates each time). Colonization on panels was followed every three months from April 2013 to January 2014. The reproductive state was also investigated each month from March 2013 to January 2014. Present results were compared to data obtained from several studies previously conducted in our laboratory on the autochthonous and allochthonous sabellids present in the area, starting from 1990 (Giangrande *et al.*, 2000; Licciano *et al.*, 2002; Arias *et al.*, 2013; Mastrototaro *et al.*, 2014).

Results - Density: During November 2012 the species *B. bairdi* was observed to settle on a net used within the aquaculture plant located in the Mar Grande of Taranto, close to the Cantieri Greco, an area under investigation concerning sabellid abundance since 1999. This represented the first finding of this species for the Gulf of Taranto with an abundance of 16.000 m². The species measured a mean of 22 ± 6 mm in length and its population structure is visible in Fig. 1. However, in the study site the species was also observed colonizing more structure communities such as Posidonia beds. After this finding we started to study its settlement on panels. The abundance estimated during the year is shown in Fig. 2. Although panels were placed in April 2013, in June no settlement of the species was observed. The species appeared in October 2013, more abundant at 6 m depth reaching up to 600 individual/m². Its density remained quite constant also in the following January 2014. The population structured relative to the months of November 2013 is visible in Fig. 1. In this month worms measured 30 ± 8 mm in length. The species was found ripe only from July to October, when eggs were found at different developmental size in different specimens. Eggs measured from 60 μ m to a maximum of 140 μ m.

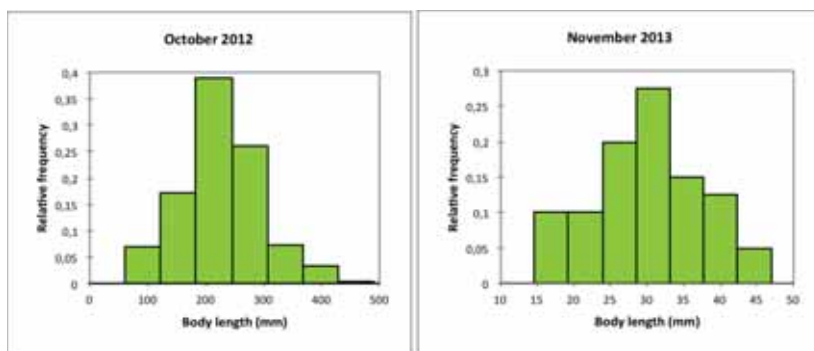


Fig. 1 - Frequency histograms relative to winter period in the two different years.
 Istogrammi di frequenza relativi al periodo invernale in due anni differenti.

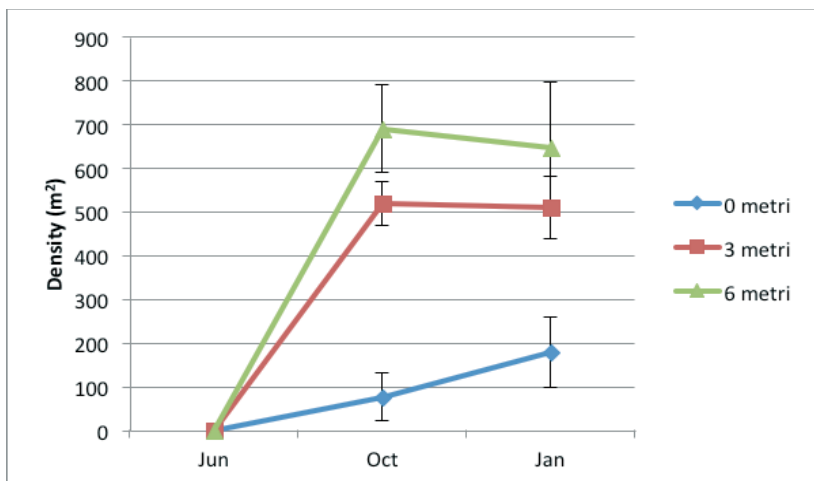


Fig. 2 - Trend of abundance at the three examined depths.
 Andamento delle abbondanze nelle tre profondità esaminate.

The other sabellid species already present in the area are the autochthonous *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791), *S. pavonina* Savigny, 1822, *S. discifera* Grube, 1874 and the allochthonous *B. luctuosum*. *Sabella pavonina* and *S. discifera* are, however, characterized by very low densities. In Tab. 1 the main biological features of *B. bairdi* are compared to the other two abundant sabellids in the area obtained in previous studies (Giangrande *et al.*, 2000; Licciano *et al.*, 2002). In the Tab. 1 also some measured microbiological parameters are reported (Stabili *et al.*, in press). *Branchiomma bairdi* shows a higher performance in bacterial accumulation compared to the other species.

Tab. 1 - Comparison of some biological features of the three co-existing sabellid species.

Confronto fra alcune caratteristiche biologiche delle tre specie di sabellidi.

Features	<i>Branchiomma bairdi</i>	<i>Branchiomma luctuosum</i>	<i>Sabella spallanzanii</i>
Maximum size	6 cm	15 cm	20 cm
Tube	perpendicular	Parallel	Perpendicular
Lifespan -years	<1	2	5
Spawning period	June to December	June to October	January-February
Larval duration	Brooding	3 days	15 days
Max density	16.000/m ²	1000/m ²	300/m ²
Sex	hermaphrodite	hermaphrodite	gonochoric
Asexual reproduction	YES	NO	NO
Bacteria 22° log CFU/g	10,04139269	4,944482672	9,146128036
Bacteria 37° log CFU/g	9,041392685	4,146128036	4,653212514
Vibrio log CFU/g	9,041392685	4,653212514	6,568201724

Conclusions - This is the first record of *B. bairdi* in the Gulf of Taranto. *Branchiomma bairdi* is a small species producing tubes perpendicular to the substrate often found associated with ascidians covering the basal and middle part of the tube. It is a hermaphrodite, with a prolonged period of reproduction, brooding its larvae, and also having the possibility to reproduce asexually (Arias *et al.*, 2013). The species is particularly abundant in confined areas subject to anthropogenic impacts, where the species represents an early fouling colonist, with great capacity to colonize different habitats and substrates (Arias *et al.*, 2013). However, the species is able to colonize also more structured communities such as Posidonia beds. Since its first finding in the Mediterranean in 2006 (Arias *et al.*, 2013) it spread very quickly along the Italian coast and currently reaches very high densities in some sites, as observed in the Mar Grande of Taranto. The colonization strategy combined with the occurrence of multiple reproductive strategies gives this species a high invasion potential, and may explain how this sabellid spreads along wide areas in a relatively short time. The recruitment period in the Gulf of Taranto seems to occur in summer because the species was absent from April to June and appears from October to January, with a similar abundance in both months and with a higher abundance at 6-meter depth. The other *Branchiomma* species already present in the area, *B. luctuosum*, is currently abundant everywhere along the Italian coast and is considered an established invasive species of the Mediterranean fouling community (Zenetos *et al.*, 2010). Both the introduced *Branchiomma* species are typical pioneer forms

inhabiting the same environment of the autochthonous *S. spallanzanii*. Starting from the year of the introduction of *B. luctuosum* into the Gulf of Taranto, about 15 years ago, *S. spallanzanii* has shown a decrease in abundance. In 1999 *S. spallanzanii* showed an abundance of 300 ind. m⁻², with occasional few individuals of *B. luctuosum* distributed at the base of their tubes (Giangrande *et al.*, 2000). During 2005 *S. spallanzanii* had almost disappeared from most of the sites, apparently substituted by *B. luctuosum*, which reached a density of about 900 ind. m⁻² (Mastrototaro *et al.*, 2014). The faster growth of this species, coupled with a more prolonged spawning period could have been a winning strategy on *S. spallanzanii*. However, today the two species seem to have reached an equilibrium, sharing the same substrate with comparable abundance. The situation is now becoming more complicate with the introduction of this second alien *Branchiomma* species in the area, which seems to be more invasive. After sexual reproduction occurring in summer it was observed to cover every substrate in the Mar Grande of Taranto reaching high density and also larger size compared to that previously reported (Arias *et al.*, 2013). For the moment *B. bairdi* seems to coexist with both the other two sabellids, but further studies on the complex dynamics of the coexistence between these three sabellid species are planned. All the species are early colonizers of stressed habitats; it is possible that they are ecologically equivalent and redundant. As far as a possible difference in the functional role of the three co-occurring sabellids, it seems that these species have an own microbiological specificity (Stabili *et al.*, 2014), thus suggesting a possible difference in their functional role. *Branchiomma bairdi* is the more efficient in removing bacteria from the surrounding environments notwithstanding its smaller size. This led to suggest its exploitation for applicative purposes (Stabili *et al.*, 2014).

References

- ARIAS A., GIANGRANDE A., GAMBI M.C., ANADÓN N. (2013) - Biology and new records of the invasive species *Branchiomma bairdi* (Annelida: Sabellidae) in the Mediterranean Sea. *Medit. Mar. Sci.*, **14** (1): 162-171.
- CAPA M., PONS J., HUTCHINGS P. (2013) - Cryptic diversity, intraspecific phenetic plasticity and recent geographical translocations in *Branchiomma* (Sabellidae, Annelida). *Zool. Scr.*, **42** (6): 637-655.
- GIANGRANDE A., LICCIANO M., PAGLIARA P., GAMBI M.C. (2000) - Gametogenesis and larval development in *Sabella spallanzanii* (Polychaeta: Sabellidae) from the Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, **136** (5): 847-862.
- GIANGRANDE A., PETRAROLI P. (1994) - Observations on reproduction and growth of *Sabella spallanzanii* (Polychaeta Sabellidae) in the Mediterranean Sea. *Mem. Museum Natl. Hist. Nat. Paris*, **162**: 51-56.
- LICCIANO M., GIANGRANDE A., GAMBI M.C. (2002) - Reproduction and simultaneous hermaphroditism in *Branchiomma luctuosum* (Polychaeta, Sabellidae) from the Mediterranean Sea. *Invertebr. Biol.*, **121** (1): 55-65.
- MASTROTOTARO F., CHIMIENTI G., MATARRESE A., GAMBI M.C., GIANGRANDE A. (2014) - Growth and population dynamics of the non-indigenous species *Branchiomma luctuosum* Grube (Annelida, Sabellidae) in the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Mar. Ecol.*, doi: 10.1111/maec.12160.
- STABILI L., LICCIANO M., LEZZI M., GIANGRANDE A. (2014) - Microbiological accumulation by the Mediterranean invasive alien species *Branchiomma bairdi* (Annelida, Sabellidae): potential tool for bioremediation. *Mar. Pollut. Bull.*, **86**: 325-331.
- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., CINAR M., GARCIA RASO E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOGLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTIN G., GIANGRANDE A., KATAGAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLA A.A., MASTROTOTARO F., OCANA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean areas of the European union's marine strategy framework directive (MSFD) by 2010. Part I. Spatial distribution. *Medit. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.

M. LEZZI, F. MASTROTOTARO¹, G. CHIMIENTI¹, C. PIERRI², F. CARDONE¹, A. GIANGRANDE

DiSTeBA, Università del Salento, CoNISMa, Via Prov. Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

marco.lezzi@unisalento.it

¹Dipartimento di Biologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

²CNR - IBAF, Sez. di Monterotondo (Roma), LIFEWATCH Italia.

DATI PRELIMINARI SUL CONTRIBUTO DELLE SPECIE ALIENE NELLA SUCCESSIONE DEL FOULING NEL MAR GRANDE DI TARANTO

INFLUENCE OF ALIEN SPECIES ON FOULING SUCCESSIONAL PATTERN IN THE MAR GRANDE OF TARANTO: PRELIMINARY DATA

Abstract - The influence of non-indigenous species (NIS) in the succession of fouling community was analysed in the Gulf of Taranto, a site that represents a hotspot of alien biodiversity in the Mediterranean Sea. PVC panels, used as artificial substrata deployed for colonization were positioned in the Mar Grande of Taranto in order to monitor the succession pattern at different depth and immersion times. The experimental design consisted in two years of study from April 2013 to April 2015 with 4 series of 36 panels deployed every 3 months. The preliminary results showed that the immersion period from July to October is the most favourable for NIS colonization, which is the main component of an early fouling community.

Key-words: introduced species, fouling, ecological succession.

Introduzione - I mari di Taranto (Mar Piccolo e Mar Grande) rappresentano una delle località, dopo la laguna di Venezia, in cui sono maggiormente presenti le specie aliene, pertanto vengono definiti come hot spot relativamente alla biodiversità di specie aliene nel Mediterraneo. Con ventiquattro specie non indigene (NIS) registrate al 2010 (Occhipinti Ambrogì *et al.*, 2011), il bacino di Taranto sembra essere favorevole all'introduzione di NIS meritando un'alta attenzione. La ragione di ciò probabilmente risiede nel fatto che la zona ospita uno dei porti commerciali più importanti della costa italiana, i cantieri della Marina Militare Italiana, e numerosi allevamenti di mitili. Queste caratteristiche rendono la zona particolarmente esposta all'introduzione di specie alloctone (Gravili *et al.*, 2010; Petrocelli *et al.*, 2013). Negli ultimi anni sono stati svolti numerosi lavori riguardanti il ritrovamento di NIS nei mari di Taranto (Brunetti *et al.*, 2004; Mastrototaro *et al.*, 2004, 2006; Longo *et al.*, 2007; Giangrande *et al.*, 2012; Petrocelli *et al.*, 2013). La conoscenza della presenza e della persistenza di NIS nei Mari di Taranto rappresenta un punto di inizio per lo studio esposto, finalizzato alla descrizione dell'influenza che le stesse potrebbero avere sulla comunità autoctona. Nel seguente lavoro, si è studiata la successione della struttura del macrofouling su substrato artificiale, con particolare attenzione alla presenza di NIS.

Materiali e metodi - Lo studio è stato condotto nei pressi di un impianto di acquacoltura nel Mar Grande di Taranto (40° 25' N, 17° 14' W). È stata monitorata la colonizzazione nel macrofouling mediante l'utilizzo di pannelli in PVC 15×15 cm resi ruvidi e posti a 3 differenti profondità (0, 3 e 6 m). L'intero disegno sperimentale prevede la messa in opera di 4 serie di 36 pannelli, una serie ogni 3 mesi per due anni di osservazione (Fig. 1). La prima serie di pannelli è stata immersa ad aprile 2013. La seconda serie a luglio 2013. In questo lavoro si fa riferimento ai primi 6 mesi di osservazione. Lo studio della successione è iniziato con l'analisi di 9 pannelli (3 repliche per 3 profondità) relativamente alla prima serie, rimasti immersi per 3 mesi (aprile-luglio 2013). Altri 18 pannelli sono stati prelevati ad ottobre 2013, 9 dei quali

relativi alla prima serie e rimasti immersi per 6 mesi (aprile-ottobre 2013) ed altri 9 della seconda serie, rimasti immersi 3 mesi (luglio-ottobre 2013). Ogni pannello è stato fissato in soluzione di formalina al 4% al fine di conservare gli organismi ed identificarli al miglior livello tassonomico possibile. In laboratorio di ogni pannello è stata fotografata una sola faccia, scelta in maniera casuale, al fine di valutare la copertura percentuale delle specie presenti. La copertura è stata stimata digitalmente utilizzando il software di analisi immagine ImageJ. Nei campioni è stata considerata una copertura multi-strati, con copertura totale potenzialmente maggiore del 100%. Le indagini sono state condotte sulla componente macrobentonica sessile, la componente vagile è stata esclusa dalle analisi. Sulla matrice di dati così ottenuta è stata eseguita una tecnica di indagine statistica mediante analisi univariata.

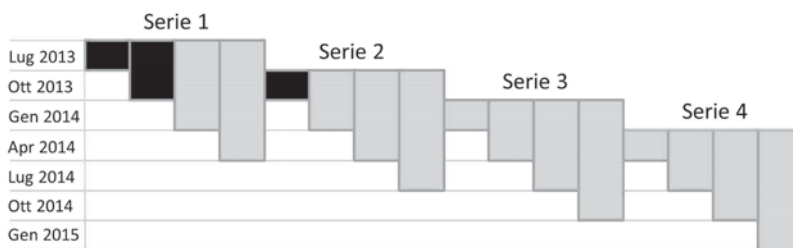


Fig. 1 - Schema del piano sperimentale. In nero: unità di campionamento ad oggi analizzate.
Experimental design scheme. In back: sampling unit up to now analyzed.

Risultati - È stato identificato un totale di 52 taxa di invertebrati, molti dei quali a livello di specie, ma per altre sono ancora in corso studi tassonomici. Tra questi organismi sono state identificate 6 specie aliene, di cui 3 ascidiacei, *Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931), *Distaplia bermudensis* Van Name, 1902, e una specie del genere *Ecteinascidia* Herdman, 1880 (in corso di determinazione, ma comunque differente dalle specie sinora segnalate in Mediterraneo), 2 policheti sabellidi, *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885) e *Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870) ed una spugna (*Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004). Il contributo delle specie aliene sulla comunità di invertebrati, espresso come percentuale di copertura, è molto esiguo nei pannelli immersi nel periodo aprile-luglio 2013, dove solo nei pannelli superficiali è presente la spugna *P. magna* che costituisce in media il $4.2 \pm 1.1\%$ della comunità di macrofouling (Fig. 2a). Differente è ciò che si osserva nelle unità sperimentali rimaste immerse 6 mesi (da aprile a ottobre) in cui la comunità è composta da specie aliene per il $23.4 \pm 16.5\%$, $19.7 \pm 9.8\%$ e $31.5 \pm 23.4\%$ rispettivamente a 0 m, 3 m e 6 m di profondità (Fig. 2a). Le specie maggiormente rappresentate sui pannelli immersi a 0 m sono *P. magna* ($2.8 \pm 0.8\%$), *P. zorritensis* ($16.5 \pm 11.5\%$); mentre i pannelli presenti a 3 e 6 metri registrano la presenza di *B. bairdi* ($4.7 \pm 2.5\%$), *B. luctuosum* ($2 \pm 1.1\%$), *Ecteinascidia* sp. ($1.8 \pm 0.6\%$), oltre a *P. magna* ($2.7 \pm 2\%$) e *P. zorritensis* ($14.6 \pm 12\%$) (Fig. 2b). Nei pannelli rimasti 3 mesi immersi (luglio-ottobre 2013), il contributo delle NIS sulla comunità, è risultato essere del $33.7 \pm 6\%$, $69.4 \pm 7.8\%$ e $61.2 \pm 11.9\%$ rispettivamente a 0 m, 3 m e 6 metri di profondità (Fig. 2a). Le NIS caratterizzanti sono *P. magna*, *P. zorritensis*, *B. bairdi*, *B. luctuosum*, *Ecteinascidia* sp. e *D. bermudensis*. La massima copertura raggiunta da queste specie è stata di $10 \pm 6.1\%$ per *P. magna*, $7.3 \pm 5\%$ per *B. bairdi* a 6 metri, e $39.8 \pm 3\%$ per *P. zorritensis*, $0.8 \pm 0.5\%$ per *B. luctuosum*, $10.1 \pm 4\%$ per *Ecteinascidia* sp., a 3 metri. Infine a 0 m, maggiormente rappresentata è risultata *D. bermudensis* con una copertura del $2.5 \pm 2\%$ (Fig. 2b).

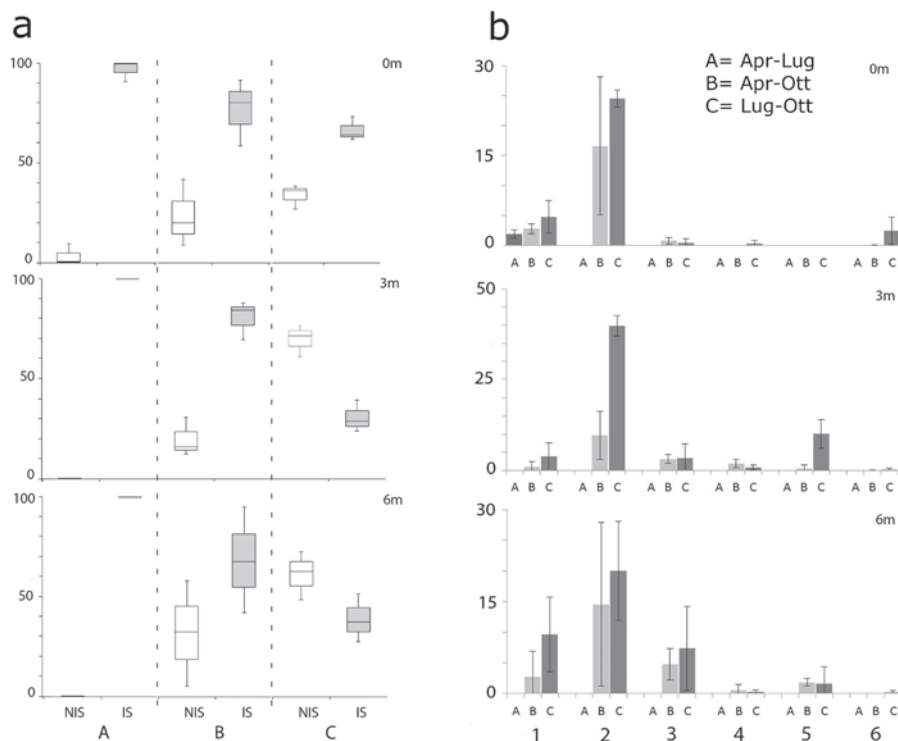


Fig. 2 - (a) Boxplot raffigurante il contributo in percentuale delle specie aliene (NIS) e delle specie indigene (IS) sulla comunità bentonica nei differenti periodi di immersione e a diversa profondità. (b) Copertura percentuale delle NIS identificate nella comunità. 1=*P. magna*, 2=*P. zorritensis*, 3=*B. bairdi*, 4=*B. luctuosum*, 5=*Ecteinascidia* sp. 6=*D. bermudensis*.

(a) Boxplot showing the percentage contribution of alien species (NIS) and native species (IS) on the benthic community at different immersion time and depth. (b) Percentage cover of NIS identified in the benthic community. 1=*P. magna*, 2=*P. zorritensis*, 3=*B. bairdi*, 4=*B. luctuosum*, 5=*Ecteinascidia* sp. 6=*D. bermudensis*.

Conclusioni - I dati presentati, pur se preliminari e relativi ad un periodo di tempo esiguo rispetto al piano sperimentale del lavoro, mostrano come nel Mar Grande di Taranto le specie aliene risultino una componente strutturante della comunità bentonica del macrofouling, confermando l'importanza del bacino come target di studio delle NIS. Lo studio ha evidenziato che il periodo di messa in opera ed il tempo di immersione, influenzano la colonizzazione di specie aliene su substrati artificiali. Il tempo di immersione aprile-luglio mostra il reclutamento della sola specie aliena *P. magna*, mentre lo stesso substrato, rimasto immerso nei tre mesi successivi, (luglio-ottobre) presenta un maggior numero di NIS (6 taxa) che costituiscono fino al 31% della comunità del fouling. La maggior parte degli alieni presenta un reclutamento nei mesi estivi, infatti essi sono presenti non solo sui pannelli di 6 mesi (aprile-ottobre), ma anche sui pannelli di 3 mesi che erano immersi durante i mesi estivi (luglio-ottobre). Il maggior contributo delle NIS sulla comunità è presente alle profondità di 3 e 6 m, dove alcune specie aliene (*B. bairdi*, *B. luctuosum*, *Ecteinascidia* sp.) hanno mostrato un maggior successo di colonizzazione. *P. zorritensis* risulta la NIS maggiormente abbondante indipendentemente dalla

profondità. Quanto osservato sui pannelli immersi da aprile ad ottobre mostra come le specie aliene siano forme pioniere con una maggiore intensità di insediamento nelle comunità del fouling più giovani. Infatti, durante il periodo del loro reclutamento, esse risultano più abbondanti nei pannelli di 3 mesi rispetto a quelli di 6 mesi in cui si sono insediate su di una comunità con 3 mesi di età. Questi dati preliminari ci danno un'indicazione di come il lavoro completo potrà fornire dati sui periodi di insediamento delle specie aliene e sulla loro influenza nel successivo sviluppo delle comunità del fouling.

Bibliografia

- BRUNETTI R., MASTROTOTARO F. (2004) - The non-indigenous stolidobranch ascidian *Polyandrocarpa zorritensis* in the Mediterranean: description, larval morphology and pattern of vascular budding. *Zootaxa*, **528**: 1-8.
- GIANGRANDE A., COSENTINO A., PRESTI C.L., LICCIANO M. (2012) - Sabellidae (Annelida) from the Faro coastal lake (Messina, Ionian Sea), with the first record of the invasive species *Branchiomma bairdi* along the Italian coast. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (2): 283-293.
- GRAVILI C., BELMONTE G., CECERE E., DENITTO F., GIANGRANDE A., GUIDETTI P., LONGO C., MASTROTOTARO F., MOSCATELLO S., PETROCELLI A., PIRAINO S., TERLIZZI A., BOERO F. (2010) - Nonindigenous species along the Apulian coast, Italy. *Chem. Ecol.*, **26** (1): 121-142.
- LONGO C., MASTROTOTARO F., CORRIERO G. (2007) - Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **87** (6): 1749-1755.
- MASTROTOTARO F., BRUNETTI R. (2006) - The non-indigenous ascidian *Distaplia bermudensis* in the Mediterranean: comparison with the native species *Distaplia magnilarva* and *Distaplia lucillae* sp. nov. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86** (1): 181-185.
- MASTROTOTARO F., PETROCELLI A., CECERE E., MATARRESE A. (2004) - Non indigenous species settle down in the Taranto seas. *Biogeographia*, **25**: 47-54.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Inv.*, **13** (1): 215-237.
- PETROCELLI A., CECER E., VERLAQUE M. (2013) - Alien marine macrophytes in transitional water systems: new entries and reappearances in a Mediterranean coastal basin. *BioInv. Rec.*, **2** (3): 177-184.

A. OPRANDI, M. MONTEFALCONE, M. FERRARI, C. MORRI, C.N. BIANCHI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
oprandi.ali@alice.it

INVASIONE DELLA SPECIE ALIENA *CAULERPA RACEMOSA* E CAMBIAMENTO DI FASE NELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* DI BERGEGGI

INVASION OF THE ALIEN GREEN ALGA *CAULERPA RACEMOSA* AND PHASE SHIFT WITHIN THE *POSIDONIA OCEANICA* SEAGRASS MEADOW OF BERGEGGI

Abstract - Regressed meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* have been shown to be often re-colonized by either native or alien substitutes, leading to a phase shift from the highly engineering *P. oceanica* through the earliest appearance of dead matte and to the establishment of substitutes, all having a lower engineering capacity than *P. oceanica* itself. We investigated substitution and evolution over time of the *P. oceanica* meadow within the recently established Bergeggi Island Marine Protected Area, thanks to historical series of data spanning a period of 25 years (1987-2012) and collected by underwater visual transects. The meadow experienced a great decline through time accompanied by the replacement of *P. oceanica* by the other common Mediterranean seagrass *Cymodocea nodosa* and the alien green alga *Caulerpa racemosa*, leading to an ecosystem phase shift. Although the meadow is showing signs of recovery in recent years, the unpredictability and the poor knowledge on effects of alien substitutes prompts us to continue with monitoring activities.

Key-words: *Posidonia oceanica*, *Caulerpa racemosa*, *Cymodocea nodosa*, phase shift, Ligurian Sea.

Introduzione - Molti studi hanno evidenziato una diffusa regressione in tutto il Mediterraneo delle praterie della fanerogama marina *Posidonia oceanica* (L.) Delile per cause di origine naturale e antropica (Boudouresque *et al.*, 2006). Questo fenomeno spesso è accompagnato dalla ricolonizzazione delle aree in regressione da parte di una serie di potenziali sostituti, che possono essere un'altra fanerogama marina comune in Mediterraneo, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Bianchi e Peirano, 1995), o le alghe verdi del genere *Caulerpa*. La regressione delle praterie di *P. oceanica* causa un cambiamento di fase, o phase shift, che inizia con la comparsa di aree di matite morte le quali, se non vengono erose o sepolte dai sedimenti, possono essere ricolonizzate dai sostituti facendo progredire il livello del phase shift (Montefalcone *et al.*, 2007a). Il passaggio dalle praterie di *P. oceanica* a popolamenti di specie con minore capacità strutturante può causare alterazioni importanti nella struttura e nel funzionamento dell'ecosistema. I potenziali sostituti sono caratterizzati da una diversa abilità di colonizzazione che risulta essere minore per *C. nodosa* rispetto alle specie del genere *Caulerpa* (Montefalcone *et al.*, 2010); tra queste ultime, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman e Boudouresque, possiede la maggiore velocità di colonizzazione (Ruitton *et al.*, 2005). *C. racemosa* è un'alga verde originaria dell'Australia sud-occidentale che è stata introdotta in Mediterraneo a partire dagli anni 1990 e che ha rapidamente colonizzato ampie aree del Bacino (Klein e Verlaque, 2008). Dal 1995 *C. racemosa* è presente in Mar Ligure (Montefalcone *et al.*, 2010). Le serie storiche rappresentano uno strumento importante per monitorare l'evoluzione nel tempo degli ecosistemi e l'analisi diacronica si è dimostrata efficace nella valutazione delle dinamiche temporali delle fanerogame marine (Montefalcone *et al.*, 2007b). In questo studio, i dati raccolti in cinque differenti periodi sulla prateria di *P. oceanica* di Bergeggi (SV) sono confrontati al fine di valutare i cambiamenti avvenuti negli ultimi 25 anni, ponendo particolare attenzione alla comparsa della specie aliena *C. racemosa*.

Materiali e metodi - L'Area Marina Protetta (AMP) "Isola di Bergeggi" (SV) è stata istituita nel 2007. Per quest'area è disponibile una ricca serie storica di dati (1987, 1992, 2004 e 2009) che fanno riferimento ad un transetto subacqueo perpendicolare a costa, lungo 600 m e posto sul lato occidentale dell'isola di Bergeggi, in corrispondenza dell'estremità del settore orientale della prateria di Spotorno-Bergeggi (Montefalcone *et al.*, 2007b e bibliografia ivi citata). Nel 2012 abbiamo ripercorso in immersione subacquea il medesimo transetto durante la stagione estiva, coerentemente con i campionamenti precedenti. Effettuando un rilevamento visivo, sono stati riportati i seguenti dati: profondità, tipologia del substrato, morfologia della prateria, metri lineari occupati lungo la cima da parte di *P. oceanica* viva, matte morta, sabbia, roccia, *C. nodosa* e *C. racemosa*. Per valutare l'evoluzione temporale della prateria di *P. oceanica* è stata eseguita un'analisi multivariata su tutti i dati relativi all'occupazione dei diversi descrittori nei cinque periodi indagati. I dati utilizzati per la costruzione del grafico MDS sono stati $\text{Log}(x+1)$ trasformati e successivamente è stato calcolato l'indice di similarità di Bray-Curtis per costruire la relativa matrice di similarità.

Risultati - L'analisi diacronica non ha evidenziato differenze sostanziali nel tempo per quanto riguarda le profondità del limite superiore e del limite inferiore; esistono invece delle differenze nelle estensioni lineari dei vari descrittori. Dal 1987 al 2012 l'occupazione di *P. oceanica* lungo il transetto è aumentata, a discapito della sabbia, mentre una presenza cospicua di matte morta, spesso insabbiata, è stata sempre osservata oltre il limite inferiore della prateria. Le differenze principali sono legate alla comparsa dei sostituti all'interno della prateria. *C. nodosa* aumenta dal 1987 al 1992, anno in cui raggiunge il suo massimo sviluppo, per poi diminuire nel 2004 e scomparire in tutti i successivi anni. Nel 2004 compare la specie aliena *C. racemosa* che ricolonizza le aree di matte morta occupando un quarto della lunghezza del transetto. Nel 2009 la specie scompare per poi riapparire nell'anno 2012 anche se con coperture inferiori a quelle registrate nel 2004. L'analisi multivariata (Fig. 1) mostra come l'ecosistema subisca un leggero spostamento tra il 1987 e il 1992 a causa di una parziale ricolonizzazione della matte morta da parte di *C. nodosa*. Un distacco più significativo avviene nel 2004 come conseguenza della comparsa della specie aliena *C. racemosa*. Nel 2009 il sistema sembra ritornare a uno stato simile a quello originario poiché non si registra la presenza dei sostituti. Tuttavia, nel 2012 la ricomparsa di *C. racemosa* determina un ulteriore cambiamento lungo una nuova traiettoria.

Conclusioni - La prateria di *Posidonia oceanica* nell'AMP Isola di Bergeggi mostrava, già nel 1987, una situazione di avanzata regressione, testimoniata dalla matte morta che ricopriva, quasi per metà, l'intera lunghezza del transetto. La ricolonizzazione da parte di *C. nodosa* nel 1992 e di *C. racemosa* nel 2004 ha fatto avanzare il fenomeno di phase shift già iniziato con la regressione generalizzata della prateria a cavallo degli anni '70-80 (Montefalcone *et al.*, 2007a). La sostituzione di *P. oceanica* da parte di *C. nodosa*, una specie pioniera nella sua successione ecologica primaria, avvenuta nel 1992, ha causato un cambiamento nell'ecosistema tale per cui, in assenza di ulteriori perturbazioni, si potesse comunque prevedere un ritorno allo stato originario, attraverso una successione secondaria.

Al contrario, l'arrivo nel 2004 di *C. racemosa*, la cui comparsa rappresenta un evento del tutto stocastico (Montefalcone *et al.*, 2010), ha provocato la completa regressione di *C. nodosa* ed un forte cambiamento di fase che ha allontanato notevolmente il sistema dal suo stato originario. In queste condizioni, il cambiamento è da considerarsi difficilmente reversibile, sia a causa del forte potere invasivo

di questa specie sia perché *C. racemosa* non fa parte delle specie pioniere che caratterizzano la successione primaria di *P. oceanica* (Montefalcone *et al.*, 2007a e bibliografia ivi citata). L'assenza di sostituti registrata nel 2009 fa intravedere un possibile ritorno del sistema verso lo stato iniziale; tuttavia, la ricomparsa di *C. racemosa* nel 2012 porta il sistema lungo una traiettoria inversa ad un altro stato alternativo, secondo un fenomeno noto come “isteresi” (Montefalcone *et al.*, 2011). Oscillazioni periodiche nell'abbondanza e nell'areale di distribuzione geografica sono già state osservate nelle specie del genere *Caulerpa* (Meinesz, 1973).

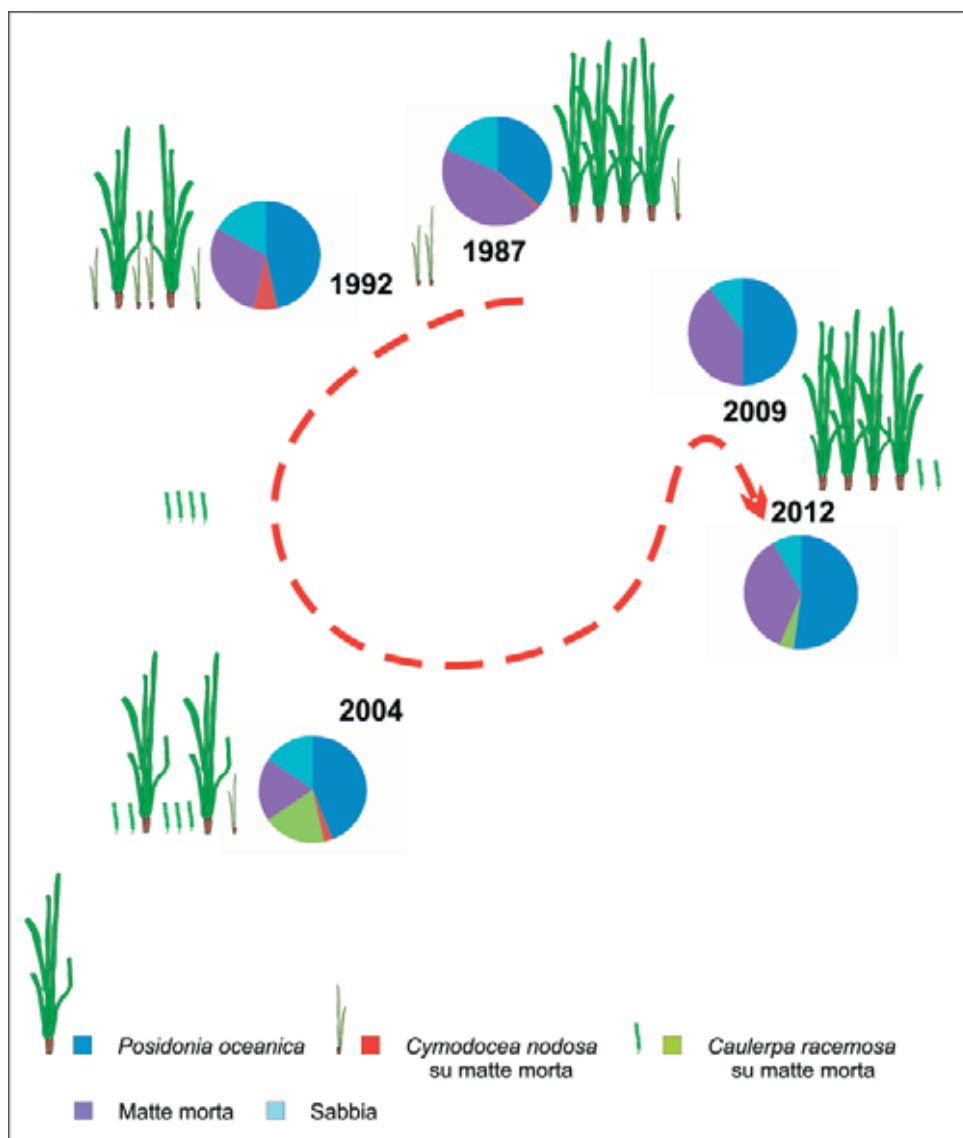


Fig. 1 - Cambiamento strutturale della prateria di Bergeggi in 25 anni. La posizione dei cinque anni rappresenta il loro relativo posizionamento nel grafico MDS dell'analisi multivariata. *Structural change in the Bergeggi meadow in 25 years. The position of the five years represents their relative positioning in the MDS graph of the multivariate analysis.*

Negli ultimi anni la prateria sta mostrando un lento ma costante recupero coerente con la diminuzione delle zone di sabbia ricolonizzate da *P. oceanica*, nonostante il sistema stia seguendo una traiettoria differente da quella che l'ha portato al cambiamento. Il comportamento imprevedibile delle specie aliene conferma la necessità di monitorarle nel tempo al fine di verificarne l'evoluzione futura e il loro effetto sugli habitat.

Bibliografia

- 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.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. (2006) - *Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica*. RaMoGe Publication, Monaco, FR: 175 pp.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 205-225.
- MEINESZ A. (1973) - Répartition de *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamouroux sur les côtes continentales Françaises de la Méditerranée. *Tethys*, **4**: 843-858.
- MONTEFALCONE M., ALBERTELLI G., MORRI C., BIANCHI C.N. (2010) - Patterns of wide-scale substitution within meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* in NW Mediterranean Sea: invaders are stronger than natives. *Aquat. Conserv.*, **20**: 507-515.
- MONTEFALCONE M., GIOVANNETTI E., LASAGNA R., PARRAVICINI V., MORRI C., ALBERTELLI G. (2007b) - Analisi diacronica della prateria di *Posidonia oceanica* nell'istituenda Area Marina Protetta di Bergeggi. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 82-83.
- MONTEFALCONE M., MORRI C., PEIRANO A., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N. (2007a) - Substitution and phase-shift in *Posidonia oceanica* meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **75**: 63-71.
- MONTEFALCONE M., PARRAVICINI V., BIANCHI C.N. (2011) - Quantification of coastal ecosystem resilience. In: Wolanski E., McLusky D.S. (eds), *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, Vol. 10. Academic Press, Waltham: 49-70.
- RUITTON S., VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F. (2005) - Seasonal changes of the introduced *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) at the northwest limit of its Mediterranean range. *Aquat. Bot.*, **82**: 55-70.

E. AZZURRO, J. BEN SOUISSI¹, W. BOUGHEDIR¹, L. CASTRIOTA², A. DEIDUN³,
M. FALAUTANO², R. GHANEM³, M. ZAMMIT-MANGION³, F. ANDALORO²

ISPRA, Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale,
P.le dei Marmi, 2 - 57128 Livorno, Italia.
ernesto.azzurro@isprambiente.it

¹INAT, Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis, Tunisia.

²ISPRA, Palermo, Italia.

³University of Malta, MSD 2080 Msida, Malta.

THE SICILY STRAIT: A TRANSNATIONAL OBSERVATORY FOR MONITORING THE ADVANCE OF NON INDIGENOUS SPECIES

LO STRETTO DI SICILIA: UN OSSERVATORIO TRANSNAZIONALE PER IL MONITORAGGIO DELLE SPECIE NON INDIGENE

Abstract - The Strait of Sicily is a major hydrodynamic, biogeographical and geological transition zone within the Mediterranean Sea, considered as the boundary between the Western and Eastern sub-basins. During the last few decades, an increasing number of marine species native of either the Atlantic or the Indo-Pacific Oceans have been recorded in this area by researchers from Malta, Italy and Tunisia. Here we list recently recorded fish from the Strait of Sicily, illustrating suitable methodologies for their detection, and advocating the need of transnational monitoring networks.

Key-words: introduced species, Strait of Sicily, monitoring, Mediterranean Sea.

Introduction - The Strait of Sicily represents the major West-East transition zone within the Mediterranean, both from a hydrodynamic and biogeographical perspective. This area is considered as a strategic observation outpost within the Central Mediterranean for the monitoring of marine non-indigenous species (NIS) and the range extension of those entering the Mediterranean through the Gibraltar Strait. The objective of this study is to present the development of recent protocols which have spearheaded the observation, collection and identification of a number of non-indigenous species (NIS) of fish within the Strait of Sicily. The potential for the consolidation of transboundary collaboration between the Mediterranean countries participating in such joint monitoring - Italy, Tunisia and Malta - is also discussed.

Materials and methods - Occurrence records of both NIS and range expanding species were extracted from recently published notes, articles in press and other unpublished sightings. All together these observations were based on a variety of different sources such as: spontaneous reports by local fishermen, scientific field surveys, awareness campaigns (Andaloro *et al.*, 2012) and citizen science web-based networks (<http://www.seawatchers.org>). Complementary information on the abundance and distribution of these species were obtained through interviews with local fishermen. This approach, which goes under the name of Local Ecological Knowledge (LEK) (Azzurro *et al.*, 2011), capitalizes on the information that a group of people have about local ecosystems.

Results - New fishes from the Strait of Sicily include species known from the Eastern Atlantic coasts that might have extended their range through Gibraltar such as *Cephalopholis taeniops* (Valenciennes, 1828), *Pontinus kuhli* (Bowdich, 1825) and *Abudefduf* cfr. *saxatilis* (Linnaeus, 1758); likely human translocations: *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider, 1804), *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766); and fishes that entered the Mediterranean through the Suez Canal: *Acanthopagrus bifasciatus* (Forsskål, 1775) (Ben Souissi *et al.*, 2014), *Hemiramphus far* (Forsskål,

1775) (Falautano *et al.*, 2014) and *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789). This latter was recorded for the first time in Italian waters, being recorded in October 2013 off Lampedusa island (Azzurro *et al.*, 2014). *E. malabaricus*, *S. argus* and *P. kuhlii* have been reported by our network of local fishermen, whilst other species such as *C. taeniops* came from sightings made by SCUBA divers and later published as scientific reports. Fishermen reports and geo-referenced underwater photographs which have been taxonomically identified and validated by the website www.seawatchers.org have furnished further insight on the distribution and abundance of species already established within the same area, including *Siganus luridus* Rüppel, 1828 and *Fistularia commersonii* Rüppel, 1835. Fishermen feedback through LEK approach has highlighted fluctuating abundances of *F. commersonii* in the Pelagian Islands and an increase of *S. luridus*, even if no major outbreaks of this species have occurred yet. Informative and awareness campaigns within coastal communities have allowed the early detection and recording of detailed information on the occurrence of the toxic *L. sceleratus* along the entire length of the Tunisian coast, from the island of Djerba to the region of Tabarka (Ben Souissi *et al.*, 2014).

Conclusions - The recent reports of fish species from the Strait of Sicily underscore the growing importance of an active monitoring system for all NIS in this part of the Mediterranean. The species list results from different sources and observation networks, still in an early phase of organization. A transboundary monitoring approach is essential, given the signs of a true biogeographic revolution, which straddles across different national jurisdictions. An effective early warning system (as happened in the case of *L. sceleratus*) along the North African coasts (Ben Souissi *et al.*, 2014) could constitute an effective alert system for contiguous northern areas (Maltese Islands, Pelagian Islands, Pantelleria, Sicily) within the same Strait. A coordinated monitoring approach alone can forecast the range expansion of new arrivals across the Strait of Sicily towards the Western and Eastern Basins. As a result, the spontaneous inter-researcher collaboration within the Strait of Sicily within the ambit of transboundary collaboration funding programs and the application of novel methodologies (such as the LEK approach and a coordinated screening and validation of reports received from local communities) represent a promising framework for the monitoring and management of such a far-ranging phenomenon.

References

- ANDALORO F., FALAUTANO M., PERZIA P., MARICCHIOLO C., CASTRIOTA L. (2012) - Identification and distribution of non-indigenous species in the Mediterranean Sea: the Italian challenge. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, **32**: 13-19.
- AZZURRO E., CASTRIOTA L., FALAUTANO M., GIARDINA F., ANDALORO F. (2014) - The silver-cheeked toadfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) reaches Italian waters. *J. Appl. Ichthyol.*, **30** (5): 1050-1052.
- AZZURRO E., MOSCHELLA P., MAYNOU F. (2011) - Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on Local Ecological Knowledge. *Plos ONE*, **6** (9), doi: 10.1371/journal.pone.0024885.
- BEN SOUISSI J., RIFI M., GHANEM R., BOUGHEDIR W., CAPAPÉ C., AZZURRO E. (2014) - First record of the twobar sea bream *Acanthopagrus bifasciatus* (Teleostei: Sparidae) in the Mediterranean Sea. *Medit. Mar. Sci.*, **15** (2): 437-439.
- FALAUTANO M., CASTRIOTA L., BATTAGLIA P., ROMEO T., ANDALORO F. (2014) - First record of the Lessepsian species *Hemiramphus far* (Hemiramphidae) in Italian waters. *Cybium*, **38** (3): 235-237.

G. BERNARDI, S. CARONNI¹, M.A. DELARIA, A. NAVONE²,
A. OCCHIPINTI AMBROGI¹, P. PANZALIS², N. SECHI, G. CECCHERELLI

Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.
delamarianna@libero.it

¹Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Pavia, Italia.

²Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

INVASIONE DI *CAULERPA RACEMOSA* AL MARGINE DI *POSIDONIA OCEANICA*: LO SVILUPPO DELLA MACROALGA PUÒ ESSERE MAGGIORE DOVE LA PRATERIA È BEN CONSERVATA?

INVASION OF *CAULERPA RACEMOSA* AT THE EDGE OF *POSIDONIA OCEANICA*: CAN THE MACROALGA PERFORMANCES BE HIGHER WHERE THE CANOPY IS BETTER CONSERVED?

Abstract - In the summer 2012 the invasive performances of the benthic allochthonous macroalga *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyta) at the edge of meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile were investigated. To this purpose, a manipulative field experiment was conducted in Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (NE Sardinia), testing for differences in *C. racemosa* growth correlated to the meadow conservation status.

Key-words: introduced species, algae, experimental research, ecosystem disturbance, marine parks.

Introduzione - In Mediterraneo, la macroalga alloctona *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh è stata oggetto di numerosi studi atti a valutarne la proliferazione e a stimarne l'impatto sulle comunità autoctone (Klein e Verlaque, 2008). Si conosce ancora relativamente poco, invece, sui meccanismi alla base della colonizzazione delle praterie della fanerogama *Posidonia oceanica* (L.) Delile da parte di *C. racemosa* (Ceccherelli *et al.*, 2000). Obiettivo dello studio è stato indagare l'accrescimento della macroalga in praterie soggette a diversa entità di disturbo. Al margine di una prateria di *P. oceanica* è stato allestito un esperimento allo scopo di valutare l'insediamento di *C. racemosa* in unità sperimentali in cui la densità dei fasci fogliari e la lunghezza delle foglie sono state manipolate, simulando diversi livelli di disturbo.

Materiali e metodi - L'esperimento è stato condotto nei mesi estivi del 2012 nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, in una zona B (pesca consentita solo ai pescatori professionisti), in prossimità dell'Isola di Molara (40°51.808' N; 9°43.348' E). Al margine di una prateria di *P. oceanica*, sono state allestite 18 unità sperimentali (40×40 cm), che differivano tra loro per densità e lunghezza dei fasci della fanerogama (Ceccherelli e Cinelli, 1999). In ogni unità sono stati trapiantati due frammenti di *C. racemosa* (~10 cm di lunghezza) prelevati in immersione nelle vicinanze delle unità sperimentali e fissati al substrato per mezzo di uncini (Ceccherelli *et al.*, 2000). Il ricoprimento percentuale di *C. racemosa* è stato stimato tramite campionamento visuale (Dethier *et al.*, 1993) in ciascuna unità sperimentale, alla fine del periodo di massimo sviluppo della specie (settembre) (Ceccherelli *et al.*, 2000). Eventuali differenze nel ricoprimento della macroalga tra condizioni sono state testate per mezzo di un'ANOVA a due fattori (fissi e ortogonali): lunghezza (fasci lunghi (L) vs ridotti di 1/3 (R) della lunghezza naturale) e densità (20% vs 50% vs 100% della densità naturale); 3 repliche sono state considerate per ogni trattamento. Il test SNK è stato effettuato in caso di risultati significativi.

Risultati - Al termine del periodo estivo, per entrambe le lunghezze dei fasci

fogliari, le percentuali di ricoprimento di *C. racemosa* significativamente maggiori sono state osservate nelle unità sperimentali con densità elevate (Fig. 1) (ANOVA: $F_{2,12} = 3.93$; $P < 0.05$; SNK (SE: 0.2243) = $20\% < 50\% < 100\%$).

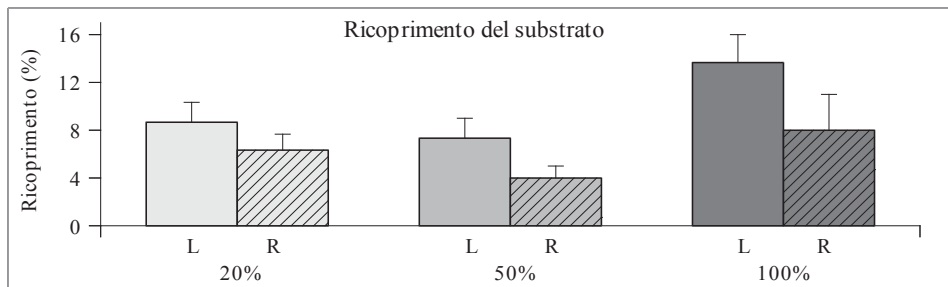


Fig. 1 - Ricoprimento (%) medio (+SE, n=3) di *C. racemosa* nelle unità sperimentali caratterizzate da diversa densità (20%, 50% e 100%) e lunghezza (L e R) dei fasci di *P. oceanica*.

Mean (+SE, n=3) cover (%) by *C. racemosa* in the experimental units characterized by different densities (20%, 50% and 100%) and lengths (L and R) of *P. oceanica* shoots.

Conclusioni - Lo sviluppo di *C. racemosa* è risultato significativamente maggiore dove la prateria di *P. oceanica* era ben strutturata, contrariamente a quanto osservato in altri studi, che hanno evidenziato come la macroalga tenda a svilupparsi maggiormente in praterie degradate (Bulleri *et al.*, 2011). Nell'area di studio è stato recentemente osservato un notevole incremento della densità di alcune specie ittiche in relazione alle limitazioni in vigore sulla pesca (Sahyoun *et al.*, 2013). I risultati dello studio suggeriscono che l'effetto della struttura della prateria sulla colonizzazione di *C. racemosa* potrebbe essere influenzato dalla densità degli erbivori, anche in relazione al fatto che alcune specie ittiche mediterranee hanno inserito *C. racemosa* nella loro dieta (Klein e Verlaque, 2008). Le dinamiche invasive di *C. racemosa* potrebbero essere quindi regolate dalle interazioni tra la macroalga, le specie caratterizzanti gli habitat invasi e i predatori.

Bibliografia

- BULLERI F., BALESTRA T., CECCHERELLI G. (2011) - Determinants of *Caulerpa racemosa* distribution in the north-western Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **431**: 55-67.
- CECCHERELLI G., CINELLI F. (1999) - Effects of *Posidonia oceanica* canopy on *Caulerpa taxifolia* size in a north-western Mediterranean bay. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **240**: 19-36.
- CECCHERELLI G., PIAZZI L., CINELLI F. (2000) - Response of the non-indigenous *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh to the native seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoots and orientation of edges of meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **243**: 227-240.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TERA L.M. (1993) - Visual versus random-point percent cover estimations: objective is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 205-225.
- SAHYOUN R., BUSSOTTI S., DI FRANCO A., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P. (2013) - Protection effects on Mediterranean fish assemblages associated with different rocky habitats. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **93** (2): 425-435.

Questo lavoro è dedicato al Dott. Giuseppe Bernardi, prematuramente scomparso, per l'impegno e la passione dimostrata nella realizzazione del progetto di ricerca.

M. BERTOLINO, C. LONGO¹, M.V. MARRA², G. CORRIERO¹, M. PANSINI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
marco.bertolino@edu.unige.it

¹Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.

²Zoology Department, National University of Ireland, Galway, Martin Ryan Building, Galway, Ireland.

PARALEUCILLA MAGNA KLAUTAU ET AL., 2004
(PORIFERA, CALCAREA), SPECIE ALIENA
IN CONTINUA ESPANSIONE NEL MAR MEDITERRANEO

PARALEUCILLA MAGNA KLAUTAU ET AL., 2004
(PORIFERA, CALCAREA), AN ALIEN SPECIES
EXTENDING ITS RANGE IN THE MEDITERRANEAN SEA

Abstract - While in recent years several alien invertebrates were recorded in the Mediterranean Sea, only few possible alien sponges were observed. Here we update, adding new records from the Ligurian and the southern Tyrrhenian Seas the distribution of *Paraleucilla magna* Klautau et al., 2004, the only alien calcareous sponge recorded in the basin. The presence of the species in localities characterized by very different benthic assemblages suggests a good adaptation capacity of this species. The quick expansion of *P. magna* along the Ligurian Riviera, actually testifies its invasive aptitude.

Key-words: Porifera, Calcarea, alien species, biological invasions, environmental parameters.

Introduzione - Il Mar Mediterraneo negli ultimi decenni ha sperimentato un continuo incremento della temperatura media delle acque, che ha determinato fenomeni di meridionalizzazione delle porzioni più settentrionali del bacino e la diffusione di specie termofile. La loro penetrazione può essere naturale oppure determinata da cause antropiche, come larve o propaguli presenti nelle acque di zavorra o organismi associati a partite di bivalvi destinate alla maricoltura. Per quanto riguarda gli invertebrati bentonici, è presente nel Mar Mediterraneo un elevato numero di specie esotiche, soprattutto crostacei e molluschi (Por, 1978; Galil et al., 2002; Zenetos et al., 2003). Al contrario i poriferi hanno mostrato scarse capacità di penetrazione. L'unica spugna alloctona del Mediterraneo è *Paraleucilla magna* (Klautau et al., 2004) descritta per Rio de Janeiro. In Mediterraneo è stata inizialmente segnalata nel 2001 nel Mar Ionio (Mar Piccolo e Mar Grande di Taranto) (Longo et al., 2004) e successivamente a Porto Cesareo, Brindisi, Golfo di Napoli (Longo et al., 2007), Malta (Baia di Marsaxlokk) (Zammit et al., 2009), lungo la costa nord occidentale del bacino del Mediterraneo occidentale, a Blanes (nord-est della penisola iberica) (Guardiola et al., 2012) e a Ploče (Croazia) (Cvitković et al., 2013). Al di fuori del bacino del Mediterraneo è distribuita lungo le coste del Brasile, Azzorre e coste portoghesi (dati non pubblicati). *P. magna* vive in ambienti superficiali sia su substrati artificiali (corde, boe, ecc.) che naturali (conchiglie di bivalvi e alghe). La specie è presente tutto l'anno, ma raggiunge la sua massima espansione nei mesi estivi. L'introduzione di questa specie, che per la sua velocità di propagazione viene considerata invasiva (Occhipinti Ambrogi e Galil, 2004), si ritiene sia dovuta principalmente agli allevamenti di bivalvi. Scopo del lavoro è un aggiornamento della distribuzione in Mediterraneo di questa specie tramite l'analisi dei nuovi ritrovamenti.

Materiali e metodi - Nell'estate del 2012, sono state effettuate serie di immersioni in Mar Ligure e nel Lago di Faro (Messina) che hanno rivelato la presenza della specie, documentandola con immagini e campioni raccolti da tutti i siti.

Risultati - Dall'inizio del 2012 ad oggi *P. magna* è stata osservata nella Riviera Ligure di Levante (Promontorio di Portofino, Paraggi e Pontetto) e nella Riviera Ligure di Ponente (Arenzano e Varazze) in una fascia batimetrica compresa tra 0,5 e 4 m di profondità, attaccata ai frangiflutti e alle alghe calcaree, principalmente del genere *Peyssonnelia*. In tutte queste zone la spugna vive in ambienti ad elevato idrodinamismo. Altre osservazioni sono state compiute nel Lago di Faro (Sicilia orientale) in due stazioni a basso idrodinamismo nelle quali vive insediata sui mitili. In tutte le località *P. magna* è più abbondante durante l'estate mentre tende a ridursi e praticamente a scomparire in inverno.

Conclusioni - L'ampliamento dell'areale di *P. magna*, in un'area che sta subendo un incremento della temperatura media, è significativo per una specie di origine tropicale. Inoltre le nuove segnalazioni testimoniano che si tratta di una specie estremamente adattabile, in grado di colonizzare ambienti con condizioni molto variabili sia rispetto al movimento dell'acqua sia rispetto alla salinità che, nel lago di Faro, presenta un'escursione annuale molto ampia. Particolarmente interessante è la notevole espansione in Mar Ligure, che rappresenta la zona meno invasa da specie aliene. È ipotizzabile che l'immissione di *P. magna* in Mar Ligure sia stata inizialmente legata all'importazione di giovani mitili da Taranto, da parte dei mitilicoltori di La Spezia, e che la specie, trovando condizioni ottimali, sia riuscita a diffondersi rapidamente lungo entrambe le riviere, confermando così la sua attitudine invasiva.

Bibliografia

- CVITKOVIĆ I., DESPALATOVIĆ M., GRUBELIĆ I., NIKOLIĆ V., PLEŠE B., ŽULJEVIĆ A. (2013) - Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the eastern Adriatic Sea. *Acta Adriat.*, **54** (1): 93-99.
- GALIL B., FROGLIA C., NOEL P. (2002) - Crustaceans: decapods and stomatopods. In: F. Briand (ed), *CIESM atlas of exotic species in the Mediterranean*. Monaco, **2**: 1-192.
- GUARDIOLA M., FROTSCHER J., URIZ M.J. (2012) - Genetic structure and differentiation at a short-time scale of the introduced calcarean sponge *Paraleucilla magna* to the western Mediterranean. *Hydrobiologia*, **687**: 71-84.
- LONGO C., MASTROTOTARO F., CORRIERO G. (2007) - Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **87**: 1749-1755.
- LONGO C., SCALERA LIACI L., MANUEL M., CORRIERO G. (2004) - Note sui poriferi del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto (Mar Ionio). *Biol. Mar. Mediterr.*, **11**: 440-443.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., GALIL B.S. (2004) - A uniform terminology on bio-invasions: a chimera or an operative tool? *Mar. Pollut. Bull.*, **49**: 688-694.
- POR F.D. (1978) - Lessepsian migration. The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. In: W.D. Billing *et al.* (ed), *Ecological studies analysis and synthesis*. Springer Verlag, Berlin: 1-228.
- ZAMMIT P.P., LONGO C., SCHEMBRI P.J. (2009) - Occurrence of *Paraleucilla magna* Klautau *et al.*, 2004 (Porifera: Calcarea) in Malta. *Medit. Mar. Sci.*, **10** (2): 135-138.
- ZENETOS A., GOFAS S., RUSSO G., TEMPLADO J. (2003) - Molluscs. Vol. 3. In: F. Briand (ed), *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean*. CIESM, Monaco: 376 pp.

F. BLASI, M.A. DELARIA*

Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita, Università dell'Insubria,
Via H.J. Dunant, 3 - 21100 Varese, Italia.
blasifilippo@gmail.com

*Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia.

CARATTERIZZAZIONE DELLA COLONIA DI *CAULERPA RACEMOSA* NELLA PISCINA VIVARIUM ROMANA DI PUNTA DELLA VIPERA (S. MARINELLA, ROMA)

CHARACTERIZATION OF THE COLONY OF *CAULERPA RACEMOSA* IN THE ROMAN PISCINA VIVARIUM OF PUNTA DELLA VIPERA (S. MARINELLA, ROME)

Abstract - In the summer of 2012 a conspicuous colony of the allochthonous invasive macroalga *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyta) was detected in the Roman piscina vivarium of Punta della Vipera, along the Latium coast, between Civitavecchia and Santa Marinella. A short field study was then conducted in order to characterize the colony and to obtain valuable data to monitor it during time.

Key-words: *Caulerpa racemosa*, algae, introduced species, Latium coast, fishponds.

Introduzione - Le *piscinae vivarium* sono antichi impianti per la piscicoltura realizzati dai Romani lungo le coste italiane (Pianosa, Giglio, Nettuno, Formia, ecc.) (Higginbotham, 1997). Si tratta di un sistema di vasche semi-sommerse confinate, in cui il ricambio d'acqua avviene durante l'alta marea (Higginbotham, 1997). Nell'estate del 2012 una colonia della macroalga invasiva *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh è stata individuata nella *piscina vivarium* di Punta della Vipera a S. Marinella (RM) (42°02'55.3"N 11°49'11.0"E), lungo il litorale laziale. In questo lavoro sono riportati i risultati di una breve indagine atta a caratterizzare la colonia, ricavando dati utili a monitorarne le dinamiche temporali in questo ambiente caratterizzato da significative variazioni dei fattori ambientali.

Materiali e metodi - Nell'agosto del 2012, è stato condotto un campionamento fotografico (Bohnsack, 1979), in occasione del quale sono stati fotografati, sia nelle vasche più profonde (~1.2 m), sia in quelle più superficiali (~0.30 m) dell'impianto, quadrati di 50×50 cm grigliati in 25 sub-quadrati di 10×10 cm ciascuno (10 repliche per profondità). La lettura delle immagini è stata condotta al computer, attribuendo alla presenza di *C. racemosa* in ogni sub-quadrato un cover score compreso tra 0 (assenza della macroalga) e 4 (sub-quadrato interamente ricoperto dalla macroalga) e sommando i valori ottenuti (Dethier *et al.*, 1993). Eventuali differenze nella copertura del substrato ad opera della macroalga tra profondità sono state testate per mezzo di ANOVA ad un fattore (profondità, fisso, 2 livelli).

Risultati - Complessivamente, la superficie della *piscina vivarium* è risultata pari a 1575 m². *C. racemosa* è stata individuata in tutti i quadrati considerati sia nella zona più profonda sia in quella più superficiale dell'impianto. Nelle vasche più superficiali, in particolare, dove oltre alla macroalga sono stati osservati solo feltri algali prodotti da alghe bruno filamentose, il ricoprimento medio del substrato ad opera di *C. racemosa* è risultato pari al 37.2%. Nelle zone più profonde della *piscina vivarium*, invece, nonostante la comunità vegetale osservata sia apparsa più complessa per la presenza di altre macroalghe - *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy - e di fanerogame - *Posidonia oceanica* (L.) Delile e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson -, *C. racemosa*

è risultata significativamente più abbondante (Fig. 1) (ANOVA: $F_{1,18}=156.10$; $P<0.01$), con una copertura media del substrato pari al 48.1%.

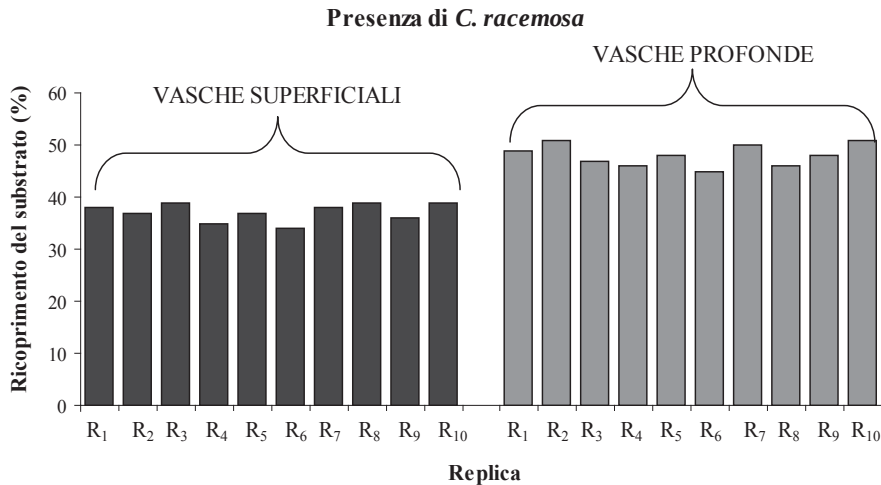


Fig. 1 - Ricoprimento (%) medio del substrato ad opera di *C. racemosa* nei 10 quadrati (50×50 cm) considerati nelle vasche superficiali ed in quelle profonde.

Mean cover of the substratum by C. racemosa in the 10 quadrats (50×50 cm) considered in the shallow and deep pools.

Conclusioni - I dati raccolti nel corso di questo breve studio sono in linea con quelli relativi alla presenza di *C. racemosa* in altri ambienti caratterizzati da condizioni ambientali instabili (Buia *et al.*, 1998). L'elevata percentuale di substrato ricoperto da *C. racemosa* non solo nelle vasche più profonde dell'impianto ma anche in quelle più superficiali conferma le notevoli capacità di adattamento mostrate da questa specie in Mediterraneo, come riportato da Klein e Verlaque (2008), dove essa è in grado di sopravvivere e proliferare anche in condizioni ambientali caratterizzate da significative variazioni di temperatura e salinità.

Ringraziamenti: Un sentito ringraziamento alla Dott.ssa Sarah Caronni per il supporto e le indicazioni fornite.

Bibliografia

- BOHNSACK J.A. (1979) - Photographic quantitative sampling on hard-bottom benthic communities. *Bull. Mar. Sci.*, **29** (2): 242-252.
- BUIA M.C., PETROCELLI A., SARACINO O.D. (1998) - *Caulerpa racemosa* spread in the Mediterranean Sea: first record in the Gulf of Taranto. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5**: 527-529.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TERA L.M. (1993) - Visual versus random-point percent cover estimations: objective is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.
- HIGGINBOTHAM J.A. (1997) - *Piscinae: artificial fishponds in Roman Italy*. University of North Carolina Press, Chapel Hill: 284 pp.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Poll. Bull.*, **56**: 205-225.

L. CILENTI, T. SCIROCCO, C. MANZO

C.N.R., Istituto di Scienze Marine, UOS Lesina, Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.
lucrezia.cilenti@fg.ismar.cnr.it

IL GRANCHIO DI FANGO *DYSPANOPEUS SAYI* (SMITH, 1869) È UN VISITATORE TEMPORANEO DELLA LAGUNA DI VARANO?

IS THE CRAB MUD DYSPANOPEUS SAYI (SMITH, 1869) *A TEMPORARY VISITOR TO THE VARANO LAGOON?*

Abstract - The mud crab *Dyspanopeus sayi* (Smith, 1869) (Crustacea, Decapoda, Panopeidae), was studied in Varano lagoon at two different sites. 10 adult specimens were caught using traditional traps. An increase in catches was observed over time, as well as an extension of the distribution in the lagoon basin compared with previous observations. The results suggest that the species has found trophic and environmental conditions suitable for its survival.

Key-words: *Dyspanopeus sayi*, biological invasion, biometrics data, Varano lagoon, Adriatic Sea.

Introduzione - Il Mediterraneo è uno dei mari maggiormente interessato dall'introduzione di specie aliene, il cui arrivo è favorito dall'apertura del Canale di Suez, dall'intenso traffico marittimo e dalle attività di acquacoltura (Galil, 2009). Il granchio di fango *Dyspanopeus sayi* (Smith, 1869) è un crostaceo decapode originario del Nord-Ovest della costa Atlantica, dalla Nuova Scozia alla Florida. Si tratta di una specie molluscivora, nell'area adriatica le sue prede preferite sono i molluschi bivalvi, quali *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) e *R. philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (Shubart *et al.*, 2012). La specie è eurialina ed euriterma, in grado di vivere in estuari, in porti ed in ambienti inquinati (Crocetta *et al.*, 2012). Il suo ciclo vitale si compie all'interno di aree estuariali con salinità anche minori ai 10 psu (Newell *et al.*, 2007). In questo lavoro vengono presentati i dati biometrici del granchio di fango nella laguna di Varano, la cui presenza era stata segnalata per la prima volta da Florio *et al.* (2008).

Materiali e metodi - La laguna di Varano ha una superficie di 6500 ha, è situata lungo la costa Adriatica centro-meridionale (41°51'N; 15°47'E) all'interno del Parco Nazionale del Gargano; comunica con il mare attraverso due canali artificiali, foce Varano e foce Capojale. L'attività produttiva più importante è rappresentata dalla mitilicoltura (Breber e Scirocco, 1998) e di recente anche dalla venericoltura (Cilenti, 2007). Gli individui adulti di *D. sayi* sono stati prelevati in due stazioni in prossimità delle foci (Varano e Capojale) in ottobre 2013. Per le catture sono stati posizionati, in ciascuna stazione, tre bertovelli associati a paranze e tenuti in acqua per la durata di una settimana. Contemporaneamente, sono stati misurati con una sonda multiparametrica i dati di temperatura (°C) e salinità (psu). I granchi catturati giornalmente sono stati separati per sesso, eutanizzati con ghiaccio e portati in laboratorio per la misura dei parametri biometrici: lunghezza del carapace (CL), larghezza del carapace (CW) e peso umido (WW).

Risultati - La temperatura e la salinità risultavano di $19,63 \pm 0,58$ °C e $26,23 \pm 0,88$ psu rispettivamente. Complessivamente sono stati catturati 10 esemplari, di cui sei maschi ed una femmina alla foce di Capojale e tre maschi alla foce di Varano. I maschi catturati nella stazione di Capojale presentavano una CL media di $23,50 \pm 1,52$ mm, una CW media di $30,67 \pm 3,08$ mm ed un WW medio di $13,45 \pm 4,63$ g. Invece la femmina, non ovigera, presentava una CL di 20 mm, una CW di 27 mm, ed un WW

di 7.79 g. Nella stazione di foce Varano i maschi catturati presentavano una CL media $29,33 \pm 3,51$ mm, una CW media di $23,33 \pm 2,08$ mm ed un WW medio di $9,79 \pm 1,90$ g.

Conclusioni - Dall'analisi biometrica si rileva che gli esemplari catturati a Varano risultano di dimensioni maggiori rispetto a quelli riportati per altre aree mediterranee (Shubart *et al.*, 2011) e con valori medi simili alle dimensioni degli individui pescati nelle aree native (Williams, 1984; Strieb *et al.*, 1995). Rispetto ai precedenti monitoraggi, che avevano registrato la presenza del granchio di fango solo nell'area di foce Capojale (Florio *et al.*, 2008; Ungaro *et al.*, 2012), in questo studio si è osservato un ampliamento dell'areale di distribuzione anche alla zona di foce Varano e un aumento delle catture. Così come verificatosi in altre aree dell'Adriatico (Crocetta *et al.*, 2012), le attività di mitilicoltura nell'area intorno alla foce Capojale e di recente della venericoltura nella zona di foce Varano (Cilenti, 2007), sembrano essere il più probabile vettore di introduzione della specie, che ha trovato nella laguna di Varano le condizioni trofiche e ambientali idonee alla propria sopravvivenza ed espansione. Indagini più approfondite si rendono necessarie al fine di valutare la struttura di popolazione della specie e l'eventuale impatto sulla comunità della laguna di Varano e sulle attività produttive ivi esercitate.

Bibliografia

- BREBER P., SCIROCCO T. (1998) - Open-sea mussel farming in southern Italy. *Eastfish Magazine*, **3**: 36-38.
- CILENTI L. (2007) - *La Laguna di Varano. Risorsa economica ed ambientale*. Atti del convegno di Cagnano Varano, 28 dicembre 2007. Claudio Grenzi Editore.
- CROCETTA F., SORDINO P., TOSCANO F. (2012) - *Dyspanopeus sayi* (Brachyura: Xanthoidea: Panopeidae) in Lago Fusaro (SW Italy). In: Thessalou *et al.* (ed), *New Mediterranean Biodiversity Records*. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (2): 312-327.
- FLORIO M., BREBER P., SCIROCCO T., SPECCHIULLI A., CILENTI L., LUMARE L. (2008) - New guests in Lesina and Varano lagoons: Gargano National Park (Italy). *Transit. Water Bull.*, **2** (2): 69-79.
- GALIL B.S. (2009) - Taking stock: inventory of alien species in the Mediterranean Sea. *Biol. Invas.*, **11**: 359-372.
- NEWELL R.I.E., KENNEDY V.S., SHAW K.S. (2007) - Comparative vulnerability to predators, and induced defense responses, of eastern oysters *Crassostrea virginica* and non-native *Crassostrea ariakensis* oysters in Chesapeake Bay. *Mar. Biol.*, **152**: 449-460.
- STRIEB M.D., BRICELLI V.M., BAUER S.I. (1995) - Population biology of the mud crab, *Dyspanopeus sayi*, an important predator of juvenile bay scallops in Long Island (USA) eelgrass beds. *J. Shellfish Res.*, **14**: 347-357.
- UNGARO N., PASTORELLI A.M., DI FESTA T. (2012) - *Dyspanopeus sayi* (Smith, 1869) - Crustacea, Panopeidae - una nuova presenza nella laguna costiera di Varano (Adriatico Centro-Meridionale). *Biol. Mar. Mediterr.*, **19** (1): 194-195.
- WILLIAMS A.B. (1984) - *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC: 550 pp.

E. FANELLI, E. AZZURRO¹, P. BATTAGLIA², T. ROMEO², M. BARICHE³,
F. MAYNOU⁴, F. ANDALORO⁵

Marine Environment Research Center (ENEA-UTMAR),
Forte S.ta Teresa - 19032 Pozzuolo di Lerici (SP), Italy.
emanuela.fanelli@enea.it

¹ISPRA STS Livorno, Italy.

²ISPRA STS Palermo, Lab. Milazzo, Italy.

³American University of Beirut, Lebanon.

⁴ICM-CSIC, Barcelona, Spain.

⁵ISPRA STS, Palermo, Italy.

PRELIMINARY DATA ON THE ISOTOPIC COMPOSITION OF NATIVE AND LESSEPSIAN PELAGIC SPECIES

DATI PRELIMINARI SULLA COMPOSIZIONE ISOTOPICA DI SPECIE PELAGICHE NATIVE E LESSEPSIANE

Abstract - A preliminary analysis of the isotopic composition of native vs. Lessepsian pelagic fishes was carried out on a subset of 14 species (7 indigenous and 7 Lessepsians). The isotopic composition of Lessepsians (LES) significantly differed from that of native (NAT) species, with LES showing greater $\delta^{15}\text{N}$ values than these latter. Population metrics pointed out to narrower range (lower $\delta^{13}\text{C}$ range) of food sources for Lessepsian species with respect to natives, while the greater $\delta^{15}\text{N}$ range found in Lessepsians agreed with the idea that these invaders rely on species located at higher trophic level (TL). Thus, although trophic diversity of LES and NAT, as estimated by standard ellipse area corrected for low sample size (SEAc), was similar, our preliminary data point to higher TL for LES pelagic fishes.

Key-words: Lessepsian species, pelagic ecosystems, isotopic composition, population metrics.

Introduction - Food webs provide the architecture that underlies species diversity patterns and the ecosystem functioning. The structure of ecosystems is however undergoing profound changes due to the increasing human impacts such as fishery, climate change and invasive species. In this context, the scarce knowledge available on the impact of biological homogenization (through invasion), on food web properties is somewhat surprising. Trophic relationships are a central issue for ecologists interested in the coexistence of species and today biological invasions provide ‘natural’ experiments for contemporary ecologists, with great potential to investigate both theoretical and applied aspects of species niche. Here we provide some preliminary data on the isotopic composition of native vs. non-indigenous (i.e. Lessepsians) pelagic species in order to compare resource pool and trophic positions of these two components of the pelagic assemblage.

Materials and methods - In absence of isotopic signatures of co-occurring native (NAT) and Lessepsian (LES) pelagic fish species, this preliminary study was based on existing data from specimens collected in two Mediterranean locations: Lebanon and Sicily. Samples were prepared according to standard procedures used for stable isotopes analysis (Fanelli *et al.*, 2013). The isotopic composition of pelagic LES and NAT were compared by ANOSIM analysis. Further, population metrics according to analytical tools reviewed by Layman *et al.* (2012) were calculated in order to assess if trophic diversity and niche width of LES and NAT were different and in which degree. All the analyses were carried out with PRIMER6 & PERMANOVA+ and R.

Results - The highest $\delta^{15}\text{N}$ values among pelagic LES were found in *Sphyræna chrysotaenia* and the lowest in *Etrumeus golanii*, while among native fish the highest $\delta^{15}\text{N}$ values were displayed by *Sarda sarda* and the lowest by *Engraulis encrasicolus*.

LES showed a narrower range of $\delta^{13}\text{C}$ values (ranging from -16.1‰ to -19.1‰) than NAT (from -16.6‰ to -21.3‰). Trophic levels (TL) of both NAT and LES species spanned through two levels, from primary consumers (TL=2.6) to piscivores (TL=3.9), with LES showing, on average, higher TL (3.3) than NAT (2.9; Tab. 1).

Tab. 1 - Isotopic composition and Trophic Levels (TL) of the species analysed in this study. *indicates species collected off Lebanon and °those from Sicily. TG=Trophic Group.

Composizione isotopica e Livelli Trofici (TL) delle specie analizzate nel presente studio.

**indica le specie raccolte in Libano e °quelle in Sicilia. TG=Gruppo Trofico.*

	$\delta^{15}\text{N}$	SD	$\delta^{13}\text{C}$	SD	TL	TG	condition
<i>Decapterus russelli</i> (Rüppell, 1830)*	8.7	0.5	-18.1	0.4	2.8	zoopl/pisc	LES
<i>Dussumieria elopsoidea</i> Bleeker, 1849*	10.2	0.1	-16.8	0.2	3.3	zooplanktivore	LES
<i>Etrumeus golanii</i> DiBattista, Randall & Bowen, 2012*	7.8	0.4	-17.5	0.6	2.6	zooplanktivore	LES
<i>Herklotsichthys punctatus</i> (Rüppell, 1837)*	9.6	0.3	-18.5	0.5	3.1	zooplanktivore	LES
<i>Pempheris vanicolensis</i> Cuvier, 1831*	11.6	0.7	-16.8	0.5	3.7	zooplanktivore	LES
<i>Scomberomorus commerson</i> (Lacepède, 1800)*	11.7	0.1	-17.0	0.2	3.7	piscivore	LES
<i>Sphyræna chrysotaenia</i> Klunzinger, 1884*	12.1	0.2	-16.9	0.5	3.9	piscivore	LES
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)*	9.2	1.1	-17.3	0.4	3.0	piscivore	NAT
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)°	7.3	0.3	-19.3	0.3	2.6	zooplanktivore	NAT
<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)°	8.2	1.1	-18.4	1.4	2.9	piscivore	NAT
<i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)°	9.9	0.6	-17.6	0.9	3.4	piscivore	NAT
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)°	7.4	0.4	-19.0	0.1	2.7	zooplanktivore	NAT
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847°	6.9	0.1	-19.7	1.2	2.5	zooplanktivore	NAT
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)°	8.5	0.7	-18.6	0.5	3.0	zoopl/pisc	NAT

The ANOSIM test proved significant differences between LES and NAT (global $R=0.31$, $p<0.001$). Overall trophic diversity, estimated by CD, and niche width, as deduced by SEAc were similar ($CD_{LES}=1.56$, $CD_{NAT}=1.50$; $SEAc_{LES}=3.10$, $SEAc_{NAT}=3.40$), suggesting similar trophic strategies in the two groups of species.

Conclusions - Our preliminary results showed different isotopic composition for pelagic Lessepsian and native species. While trophic diversity and niche width were similar, LES generally showed higher trophic levels than NAT. This apparently low difference may have a strong ecological significance: trophic efficiency among TLs is ca. 10%, thus a TL increment of 0.5 presumes higher biomass and energy requirements to sustain that community, with clear implication for the ecosystem carrying capacity.

References

- FANELLI E., PAPIOL V., CARTES J.E., LÓPEZ-PÉREZ C., RUMOLO P. (2013) - Trophic webs of deep-sea megafauna: on mainland and insular slopes of the NW Mediterranean: a comparison by stable isotope analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **490**: 199-221.
- LAYMAN C.A., ARAÚJO M.S., BOUCEK R., HARRISON E., JUD Z.R., MATICH P., HAMMERSCHALG-PEYER C.M., ROSEMBLATT A., VAUDO J., YEAGER L.A., POST D.M., BEARHOP S. (2012) - Applying stable isotopes to examine food web structure: an overview of analytical tools. *Biol. Rev.*, **87** (3): 545-562.

J. FERRARIO, A. MARCHINI, A. LODOLA, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.
jasmine.ferrario@unipv.it

THE PSEUDOINDIGENOUS BRYOZOAN *ZOOBOTRYON VERTICILLATUM* ALONG THE MEDITERRANEAN AND EUROPEAN ATLANTIC COASTS

IL BRIOZOO PSEUDOINDIGENO ZOOBOTRYON VERTICILLATUM LUNGO LE COSTE MEDITERRANEE E ATLANTICHE EUROPEE

Abstract - The ctenostome bryozoan *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) has recently been recognized as a non-indigenous species (NIS) in the Mediterranean Sea. Here the updated distribution of *Z. verticillatum* along the Mediterranean and European Atlantic coasts is presented. We discuss the potential role of this habitat-forming bryozoan in facilitating further introductions and spread of other NIS.

Key-words: *Zoobotryon verticillatum*, bryozoan, pseudoindigenous species, harbours, Mediterranean Sea.

Introduction - The ctenostome bryozoan *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) is a common fouling species in many tropical and warm temperate waters around the world, present on shores, eel-grass beds, harbours and vessel hulls (Minchin, 2012). The species was first described in 1822 in the Gulf of Naples as a typical thermophilic species and since this time has been considered a native species in the Mediterranean Sea. Further occurrences in different biogeographic areas (Macaronesia, Caribbean Sea and Tropical Central Pacific) (Minchin, 2012) have posed questions about its native origin. It has been labelled as a cryptogenic species (Floerl *et al.*, 2009). Recently Galil and Gevili (2014) provided convincing evidence that its real native origin is the Caribbean area: firstly because in the Mediterranean Sea and Macaronesia, it is mainly found in artificial environments like harbours, whereas in the Caribbean Sea, it is common in natural habitats; secondly, in the Caribbean it coexists with its co-evolved predator, the nudibranch *Okenia zoobotryon* (Smallwood, 1910) (Ortea *et al.*, 2009). Therefore *Z. verticillatum* in the Mediterranean Sea should be considered as a pseudoindigenous species: a non-indigenous species mistaken as native (Carlton, 2009). This work provides an updated and detailed account of the distribution of *Z. verticillatum*, which is currently absent from most marine NIS inventories.

Materials and methods - Numerous bryozoan studies were examined to catalogue first country records and current distribution of *Z. verticillatum* in the Mediterranean Sea and Atlantic coasts, together with recent surveys in the harbours of Lampedusa and Olbia (2010-2011), Genoa and La Spezia (2013). These most recent surveys were performed by scraping the artificial substrates, using a hand-held rigid net.

Results - In the literature, *Z. verticillatum* is widely known in the Mediterranean and along the European Atlantic coasts (Tab. 1). New records were obtained from all four harbours sampled, confirming the establishment of this NIS in harbour habitats from western and southern Italian coasts.

Conclusions - *Z. verticillatum* is a very widespread NIS, having been reported in 10 Mediterranean and European Atlantic countries. Although it was introduced centuries ago through vessels, its spread continues, with the last records from

Macaronesia and Israel (Galil & Gevili, 2014) representing recent introduction events. This thermophilic NIS has a high reproductive potential and can be expected to further spread due to warming sea conditions. As a stoloniferous and habitat-forming species, it might provide a suitable habitat for other NIS, facilitating their transfer, introduction and establishment. In the literature, it is often reported in association with other NIS, e.g. *Caprella scaura* Templeton, 1836 (Minchin *et al.*, 2012), *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Giacobbe & De Matteo, 2013).

Tab. 1 - First reference of *Z. verticillatum* in Mediterranean and European Atlantic countries.
Prime segnalazioni di Z. verticillatum in paesi mediterranei e atlantici europei.

Countries	Year of record	Reference
Italy	1822	Delle Chiaje (1822) - <i>Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli</i> , 3 : 232 pp.
Egypt	1828	Ehrenberg (1828) - <i>Pars. Zoologica, Animalia Evertebrata</i> , 4
France (Mediterranean Sea)	1888	Joliet (1888) - <i>Arch. Zool. Exp. Gén.</i> , 2 (6): 103-109
Spain (Mediterranean Sea)	1921	Barroso (1922) - <i>Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Natur. Madrid</i> , 22 : 88-101
Croatia	1928	Vatova (1924) - <i>R. Com. Talassogr. Ital.</i> , 163 : 614 pp.
Tunisia	1934	Seurat (1934) - <i>Bull. Stn. Océanogr. Salammô</i> , 32 : 1-65
Portugal	1937	Nobre (1937) - <i>Mem. Mus. Zool. Univ. Coimbra</i> , 93 : 1-30
Syria	1954	Gautier (1956) - <i>Vie Milieu</i> , 7 (4): 554-561
Israel	1960	Lipkin & Safriel (1971) - <i>J. Ecol.</i> , 59 (1): 1-30
Greece	1969	Castrisi Cathrios <i>et al.</i> (1989) - <i>II Int. Workshop Posidonia Beds</i> : 157-160
Azores (Portugal)	2008	Amat & Tempera (2009) - <i>Mar. Pollut. Bull.</i> , 58 : 761-764
Spain (Atlantic Ocean)	2009	Guerra-Garcia <i>et al.</i> (2011) - <i>Mar. Biol.</i> , 158 : 2617-2622
Canary Islands (Spain)	2011	Minchin (2012) - <i>Mar. Pollut. Bull.</i> , 64 : 2146-2150

References

- CARLTON J.T. (2009) - Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: Rilov G., Crooks J.A. (eds), *Biological Invasions in Marine Ecosystems*. Ecological Studies 204, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 13-56.
- FLOERL O., INGLIS G.J., GORDON D.P. (2009) - Patterns of taxonomic diversity and relatedness among native and non-indigenous bryozoans. *Diversity Distrib.*, **15**: 438-449.
- GALIL B.S., GEVILI R. (2014) - *Zoobotryon verticillatum* (Bryozoa, Ctenostomatida, Vesiculariidae), a new occurrence on the Mediterranean coast of Israel. *Mar. Biodiv. Rec.*, **7**, doi: 10.1017/S1755267214000086.
- GIACOBBE S., DE MATTEO S. (2013) - The potentially invasive opisthobranch *Polycera hedgpethi* Er. Marcus, 1964 (Gastropoda Nudibranchia), introduced in a Mediterranean coastal lagoon. *Biodiv. J.*, **4** (2): 359-364.
- MINCHIN D. (2012) - Rapid assessment of the bryozoan, *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) in marinas, Canary Islands. *Mar. Pollut. Bull.*, **64**: 2146-2150.
- MINCHIN D., LODOLA A., OCCHIPINTI-AMBROGI A. (2012) - The occurrence of *Caprella scaura* (Amphipoda: Caprellidae) in marinas in Lanzarote Island (Canary Archipelago, Macaronesia). *Mar. Biodiv. Rec.*, **5**: e113.
- ORTEA J., MORO L., ESPINOSA J. (2009) - The genus *Okenia* Menke, 1830 (Mollusca: Nudibranchia) in Canary Islands, with remarks on *Okenia zoobotryon* (Smallwood, 1910), a species in permanent controversy. *Vieraea*, **37**: 75-83.

This research has received funding from the European Community Seventh Framework Programme (FP7/2011-2014) under Grant Agreement 266445 for the project VECTORS.

M.G. GIACOBBE, A. COSTA¹, E. GANGEMI, A. PENNA², S. CASABIANCA²,
S. BORZI, E. RICCARDI³, A. MILANDRI³

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, National Research Council,
Via San Raineri, 86 - 98122 Messina, Italy.
mariagrazia.giacobbe@iamc.cnr.it

¹IZS Sicily, Palermo, Italy.

²Dip. Scienze Biomolecolari, Univ. Urbino, Pesaro, Italy.

³CRM, Cesenatico, Italy.

OCCURRENCE AND TOXICITY OF THE PSP-DINOFLAGELLATE *ALEXANDRIUM CATENELLA* IN AN IONIAN BAY OF SICILY

PRESENZA E TOSSICITÀ DEL DINOFLAGELLATO PSP ALEXANDRIUM CATENELLA IN UNA BAIJA IONICA DELLA SICILIA

Abstract - First data on *Alexandrium catenella* (Dinophyceae) and its co-occurrence with *A. minutum* are reported in an Ionian bay of Sicily (Syracuse), hosting shellfish aquaculture activity. The study arises from an Italian national project 2010-2013 on algal toxins contaminating water and fish products, supported by the Italian Ministry of Health. Evidence of the occurrence of *A. catenella* in surface waters of the Syracuse harbour is provided, as a new record for the Mediterranean area, through both microscopy and molecular data. A recent introduction of *Alexandrium catenella* in this Ionian site is hypothesized and toxin profile is traced from cultured clones.

Key-words: *Alexandrium catenella*, HABs, PSP-toxins, Ionian Sea.

Introduction - Marine coastal areas, such as the Syracuse bay in Sicily, are ecosystems increasingly subject to intense human pressure, nutrient inputs, eutrophication, as well as introduction of NIS, non-indigenous species with possible, future adverse effects on biological diversity and ecosystem functioning. One of the main problems in such regions worldwide is the increased frequency of HABs, Harmful Algal Blooms, including blooms of toxic dinoflagellates, e.g. several *Alexandrium* Halim, 1960 species producing neurotoxins - saxitoxins, gonyautoxins, etc. (Anderson, 2009). This study was conducted in the framework of a research programme promoted by the Italian Ministry of Health (RF-IZI-2008-1139874) and aimed at the development of appropriate control measures to guarantee seafood hygiene and safety, as well as human health prevention. The main focus was to monitor and identify PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) toxin-producing dinoflagellates (mainly *Alexandrium* spp.) in a target area of Sicily, through microscopical analyses, isolation in culture, molecular and toxicity assays.

Materials and methods - Sampling activity was conducted on a monthly basis from October 2010 to October 2013 in four stations located within the Syracuse harbour, on the Ionian coast of Sicily. Seawater samples were collected from the surface layer together with net hauls (10 µm meshes) samplings. Our approach included: i) monitoring of *Alexandrium* toxic species, morphological study, isolation of cells in culture for toxicity analyses by HPLC chemical method according to AOAC (2005); ii) species identification by quantitative real time PCR technique: net-subsamples were concentrated by centrifugation, genomic DNA extracted, species-specific primers for the detection of *A. catenella* (Whedon & Kofoid) Balech, 1985 designed in the 5.8S DNA gene and ITS regions. PCR amplification conditions were used as described in Penna *et al.* (2007).

Results - The 2010-2013 monitoring of Harmful Algal Species, including toxic dinoflagellates, showed the presence of a species of *Alexandrium* other than those

usually found in the phytoplankton community in the Syracuse bay. Since we suspected to deal with *A. catenella*, a well-known PSP toxin-producing species but completely new for our site, mixed assemblages from the field were tested by PCR and confirmation of the specific identity was gained. A culture, CNR ACAT.SRA4, was established by single cell isolation from May 25, 2012 net samples collected within the harbour (Cantiere Nautico location), where the highest cell densities of this species were found ($2.5\text{--}3\times 10^6$ cells l^{-1} on April 26, 2012) together with high densities of *A. minutum* Halim, 1960 (1.2×10^6 cells l^{-1}). Toxicity of the Ionian clone of *A. catenella* was shown in culture. The toxin profile revealed the presence of C-group toxins (C1,2), gonyautoxins (GTX1,4, GTX2,3, GTX5), and a minimum percentage of saxitoxins (STX, dcSTX). No toxicity was found in control cultures isolated in the same occasion from the harbour, such as CNR SCRIPPS (*Scrippsiella* Balech ex A.R. Loeblich III, 1965 sp.) clone. No toxin contamination was found in mussels farmed in the bay, shellfish plant being located far enough from the bloom area.

Conclusions - The harbour of Syracuse is a critical area in Sicily, being often subject to the risk of shellfish contamination by toxins due to the presence of various phytoplankton species producing Harmful Algal Blooms (HAB). Recurrent blooms of the PSP-producer *Alexandrium minutum* occur every spring, with maximum densities of 10^6 cells l^{-1} (Giacobbe *et al.*, 2006), together with high-biomass outbreaks of other harmful dinoflagellates, e.g. *Lingulodinium polyedrum* (F. Stein) J.D. Dodge, 1989, *Gymnodinium* Stein, 1878 spp. However, this study allowed us to show for the first time the occurrence in the phytoplankton community of another toxic species, never found during the monitorings of past years, since 2001. The detection of *A. catenella* in other Mediterranean sites, besides Catalan coasts, Sardinia, Thau Lagoon (see e.g. Masseret *et al.*, 2009), suggests that this harmful alga is spreading in the Mediterranean basin, recently being introduced in Sicilian sites as an alien species. This urges us to isolate further clones, to compare them with other *A. catenella* Mediterranean isolates to clarify the genetic distribution of this species in the Mediterranean basin.

References

- ANDERSON D.M. (2009) - Approaches to monitoring, control and management of harmful algal blooms (HABs). *Ocean. Coast. Manage.*, **52**: 342-347.
- AOAC INTERNATIONAL (2005) - Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2005.06: Paralytic Shellfish Poisoning Toxins in Shellfish. Prechromatographic Oxidation and Liquid Chromatography with Fluorescence Detection (First Action 2005). AOAC International, Gaithersburg.
- GIACOBBE M.G., MASÒ M., MILANDRI A., PENNA A., POLETTI R. (2006) - Plankton toxicity and shellfish contamination by phycotoxins in a new Mediterranean locality. In: Henshilwood K., Deegan B., McMahon T., Cusack C., Keaveney S., Silke J., O' Cinneide M., Lyons D., Hess P. (eds), *Molluscan Shellfish Safety*. Marine Institute Publication, Galway: 206-214.
- MASSERET E., GRZEBYK D., NAGAI S., GENOVESI S., LASSERRE B., LAABIR M., COLLOS Y., VAQUER A., BERREBI P. (2009) - Unexpected genetic diversity among and within populations of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* as revealed by nuclear microsatellite markers. *Appl. Environ. Microbiol.*, **75**: 2037-2045.
- PENNA A., BERTOZZINI E., BATTOCCHI C., GALLUZZI L., GIACOBBE M.G., VILA M., GARCES E., LUGLIÈ A., MAGNANI M. (2007) - Monitoring of HAB species in the Mediterranean Sea through molecular methods. *J. Plankton Res.*, **29**: 19-38.

G. GUERRIERO^{1,2}, S. TROCCHIA¹, D. RABBITO¹, M. PETRELLA¹, A. GALLO^{1,3},
A. MADONNA¹, G. CIARCIA^{1,2}

¹EClab, Dipartimento di Biologia, Università di Napoli Federico II,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.
eclabsegreteria@eclab.unina.it

²Centro Interdipartimentale di Ricerca Ambiente (CIRAM),
Università di Napoli Federico II, Napoli, Italia.

³Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Napoli, Italia.

BARCODING DI ALCUNI PESCI DEL TIRRENO CENTRALE (GOLFO DI GAETA)

BARCODING OF THE CENTRAL TYRRHENIAN FISH SPECIES (GAETA GULF)

Abstract - Progress made in sampling technology permits to improve the evaluation of fish biodiversity, fundamental to define the environmental changes and the state of some overexploited fishes. The molecular identification by cytochrome oxidase I (COI), a mitochondrial gene with taxonomic and biogeographic value, allowed to confirm, in Gaeta Gulf, the morphological records in the year 2013 of the lessepsian species, *Fistularia commersonii*, and the arrival through Gibraltar of *Sphoeroides pachygaster*, *Pomadasys incisus* and *Sphyaena viridensis* that are expanding their distribution.

Key-words: Lessepsian species, range expanding species, Tyrrhenian Sea, cytochrome oxidase I.

Introduzione - Nelle ultime decadi si sono verificate numerose e frequenti bio-invasioni nelle acque del Mediterraneo (Occhipinti-Ambroggi *et al.*, 2011). Le specie non native, spesso, rappresentano un reale problema per l'integrità della comunità nativa, così come per l'economia e la salute umana e, pertanto, si rende necessario un efficace censimento e monitoraggio (Otero *et al.*, 2013; Faith, 2013; Guerriero *et al.*, 2010). La loro identificazione mediante barcoding è vantaggiosa, perché utilizza il gene mitocondriale della citocromo ossidasi I (COI) che ha, nel Regno Animale, un elevato tasso di mutazione interspecie e bassa variabilità intraspecie. Ciò consente non solo di ottenere un termine di paragone tra le varie specie, ma anche di poterne delineare il profilo evolutivo (Goldstein e De Salle, 2010). Obiettivo del nostro lavoro è effettuare il barcoding di alcune specie presenti nel Tirreno centrale per poi monitorarne la salute riproduttiva specie-specifica.

Materiali e metodi - Il barcoding ha seguito, per tutte le specie pervenute dal Golfo di Gaeta, il metodo riportato in Guerriero *et al.* (2010). Sono state campionate (alle coordinate 40°53' N, 013°37' E e 41°04' N, 013°37' E) e sottoposte ad analisi di barcoding quattro specie: *Sphyaena viridensis*, *Pomadasys incisus*, *Fistularia commersonii* e *Sphoeroides pachygaster*, di cui le ultime due sono alloctone.

Risultati - Il DNA è stato estratto da tessuto muscolare fresco con una buona resa, ed è stato amplificato per i tratti genici di interesse tramite PCR semiquantitativa. In Fig. 1 sono mostrati i prodotti dell'amplificazione relativa alla citocromo ossidasi (COI), 12S e 16S. I primer utilizzati hanno efficientemente permesso l'amplificazione di un tratto rispettivamente di 650 bp, per COI, 420 bp per 12S e 630 bp per 16S. I prodotti ottenuti sono stati purificati, sequenziati ed inseriti in un'analisi FASTA che ha confermato l'analisi morfologica eseguita su tutti gli esemplari esaminati. L'analisi molecolare ha permesso non solo l'identificazione inequivocabile delle specie, ma anche l'ampliamento del database genetico per alcune di esse (Tab. 1).

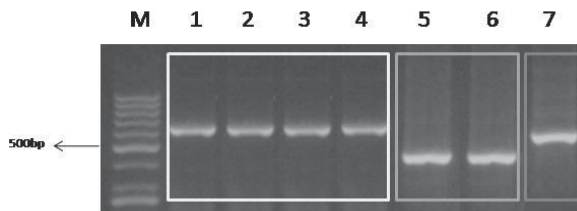


Fig. 1 - PCR dei frammenti mitocondriali COI, 12S e 16S rRNA per gli esemplari considerati. M: marker O' Gene Ruler-100 bp Fermentas; 1-4, COI *F. commersonii*; *P. incisus*, *S. pachygaster* e *S. viridensis*; 5-6, 12S *P. incisus* e *S. viridensis*; 7, 16S *S. viridensis*.

PCR of the mitochondrial gene fragments COI, 12S and 16S rRNA in considered specimens. M: marker O' Gene Ruler-100 bp Fermentas; 1-4 COI *F. commersonii*; *P. incisus*, *S. pachygaster* and *S. viridensis*; 5-6, 12S *P. incisus* and *S. viridensis*; 7, 16S *S. viridensis*.

Tab. 1 - Numeri di accesso GenBank per le sequenze geniche di COI, 12S e 16S rRNA delle specie studiate.

GenBank accession numbers of the mitochondrial COI, 12S and 16S rRNA gene sequences of fish species studied.

Nome scientifico	Autore e data	GenBank: numero di accesso		
		CO I mt-rRNA	16S mt-rRNA	12S mt-rRNA
<i>Fistularia commersonii</i>	(Rüppell, 1838)	NC003166 genoma mitocondriale completo		
<i>Pomadasy incisus</i>	(Bowdich, 1825)	KF564312	EU410417	EU795694*
<i>Sphoeroides pachygaster</i>	(Müller & Troschel, 1848)	JF494545	AB194239	AP006745
<i>Sphyraena viridensis</i>	(Cuvier, 1829)	KF564316	KJ499109*	KJ499108*

* attuale lavoro/this paper work

Conclusioni - Tra le specie esaminate della campagna di monitoraggio 2013 del Golfo di Gaeta, segnaliamo la specie aliena *Fistularia commersonii* penetrata nel Mediterraneo dal Canale del Suez (Mar Rosso), e la specie atlantica proveniente dallo stretto di Gibilterra *Sphoeroides pachygaster*. Sono state esaminate anche *Pomadasy incisus* e *Sphyraena viridensis*. Il loro studio ne ha permesso, ad oggi, l'ampliamento del database genetico per il tratto 12S per le specie *Pomadasy incisus* e *Sphyraena viridensis*, e del tratto 16S per *Sphyraena viridensis*.

Bibliografia

- FAITH D.P. (2013) - Biodiversity and evolutionary history: useful extensions of the PD phylogenetic diversity assessment framework. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **1289**: 69-89.
- GOLDSTEIN P.Z., DESALLE R. (2010) - Integrating DNA barcode data and taxonomic practice: determination, discovery, and description. *Bioessays*, **33**: 135-147.
- GUERRIERO G., DI FINIZIO A., CIARCIA G. (2010) - Biological pollution: molecular identification of non-native species in the Central Tyrrhenian Sea. *Catrina*, **5**: 41-47.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI RELINI L., PIRAINO S. (2011) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Invasions*, **13**: 215-237.
- OTERO M., CEBRIAN E., FRANCOUR P., GALIL B., SAVINI D. (2013) - *Monitoring marine invasive species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): a strategy and practical guide for managers*. Malaga, Spain, IUCN: 136 pp.

A. MULAS, A. BELLODI, AL. CAU, M.F. MARONGIU, S. VITTORI, M.C. FOLLESA, A. CAU

Department of Life and Environmental Sciences, University of Cagliari,
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italy.
amulas@unica.it

AN UPDATED REVIEW OF MEDITERRANEAN NON-NATIVE FISH SPECIES FROM SARDINIAN SEAS (CENTRAL-WESTERN MEDITERRANEAN)

UNA REVISIONE AGGIORNATA DELLE SPECIE ITTICHE NON INDIGENE DEL MEDITERRANEO PRESENTI NELLE ACQUE SARDE (MEDITERRANEO CENTRO-OCCIDENTALE)

Abstract - A list of the Mediterranean non-native fish species reported from Sardinian waters in the last 35 years is provided. Eight teleost species have been recorded. Among these only *Fistularia commersonii* (Osteichthyes, Fistulariidae) can be considered as invasive. Together with the bibliographic data, we provide further records on *F. commersonii*, *Psenes pellucidus* (Osteichthyes, Nomeidae) and *Sphoeroides pachygaster* (Osteichthyes, Tetraodontidae) caught in the last years.

Key-words: Mediterranean Sea, Sardinian seas, alien species.

Introduction - The introduction of non-indigenous species in the Mediterranean basin is matter of rising concern because of their potentially adverse effects on biodiversity (Occhipinti Ambrogi, 2010). For this reason, great importance is given to the compilation of updated checklists of allochthonous species (Occhipinti Ambrogi, 2010; Orsi Relini, 2010; Relini & Lanteri, 2010). The aim of this work is to give an inventory of the Mediterranean non-native fish species reported from the seas surrounding Sardinia in the last decades. In addition we contribute with data on several new Sardinian specimens of *Fistularia commersonii*, *Psenes pellucidus* and *Sphoeroides pachygaster* not previously reported.

Materials and methods - The list included the reports of both Atlantic native and lessepsian fish species. In addition, 8 new *F. commersonii*, 2 *P. pellucidus*, 2 *S. pachygaster*, caught from 2007 to 2012, were analyzed. Samples were collected from 30 to 600 m both by experimental and commercial surveys. Each individual was measured (Total Length, TL, in cm), weighted (Total Weight, TW, in g) and sex and maturity stages were determined. When possible, stomachs were analyzed. We tried also to assess the trophic level of *F. commersonii*.

Results and conclusions - Eight non-native fish species have been recorded in the seas surrounding Sardinia in the last 35 years (Tab. 1). Only the lessepsian *F. commersonii*, can be considered as a true alien (sensu Occhipinti Ambrogi, 2010). Seven species expanded their natural range (sensu Occhipinti Ambrogi, 2010) from eastern Atlantic through Gibraltar (Relini & Lanteri, 2010) (Tab. 1). Five species, out of the eight reported, established permanent populations in Mediterranean (Tab. 1) (Occhipinti Ambrogi, 2010). Among these, *F. commersonii* is considered as invasive and represents the most abundant in Sardinian waters. The first Sardinian specimen was caught in 2005 (Pais *et al.*, 2007 in Relini & Lanteri, 2010). Since then, this species was progressively found along the southern and the western coasts. Eight new *F. commersonii* specimens were collected from 2009 to 2011 at depths between 30 and 50 m both by experimental trawl surveys and by commercial trammel hauls. They were all females at the first stages of gonadic development, except two, in post-spawning and ranged from 72 to 113.5 cm TL and from 292 to 1158 g TW.

Tab. 1 - List of non-native fish species reported in Sardinian waters (G=Gibraltar; S=Suez; Du=Dubious; E= Established; I=Invasive; NE=Not Established).

Lista delle specie ittiche non native segnalate nelle acque sarde (G=Gibilterra; S=Suez; Du=Dubbio; E=Stabilizzato; I=Invasivo; NE=Non Stabilizzato).

Species	Origin	Status	Distribution	First Sardinian report
<i>Beryx splendens</i> Lowe, 1934	G	E	Cape Carbonara	Follesa <i>et al.</i> , 2011
<i>Chilomycterus reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	G	Du	Sant'Antioco island	Follesa <i>et al.</i> , 2009*
<i>Fistularia commersonii</i> (Rüppel, 1838)	S	E, I	East, south and west coast	Pais <i>et al.</i> , 2007*
<i>Halosaurus ovenii</i> Johnson, 1864	G	NE	Cape Teulada; Arbatax	Cau & Deiana, 1979*
<i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829	G	NE	Gulf of Cagliari	Tortonese & Cau, 1984*
<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880	G	E	Toro's Island; Gulf of Cagliari	Follesa <i>et al.</i> , 2006**
<i>Seriola fasciata</i> (Bloch, 1793)	G	E	North of Oristano Gulf	Andaloro <i>et al.</i> , 2005
<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller & Troschel, 1848)	G	E	Gulf of Cagliari	Vacchi & Cau, 1986*

*See references in Relini & Lanteri, 2010; ** see references in Orsi Relini, 2010.

The stomach analysis confirmed a fish based diet (Kalogirou *et al.*, 2007). The most found preys were *Coris julis* (N=6) and *Mullus surmuletus* (N=2). The high value of trophic level found ($TROPH \pm s.e. = 4 \pm 0.78$), substantiates the role of predator stated in previous studies (Kalogirou *et al.*, 2007). Two new *P. pellucidus* specimens, both males, were caught by trawl in 2008 and 2014 in the Gulf of Cagliari and in the Toro Island's waters, respectively. The first (TL=32.1 cm; TW=130.5 g) was immature, while the second one (TL=70.1 cm; TW=2083.6 g) showed recovering gonads. Only in the last case, stomach contained some prey. Three *Pyrosoma atlanticum* and not identified remains were found. In addition, two *S. pachygaster* (maturing male, TL=21.6 cm; TW=282.7 g and immature female, TL=18.5 cm; TW=227.4 g) caught by trawl in the Gulf of Cagliari in 2007 and 2010 were also analyzed. Unfortunately all the stomachs were empty.

References

- ANDALORO F., FALAUTANO M., SINOPOLI M., PASSARELLI F.M., PIPITONE C., ADDIS P., CAU A., CASTRIOTA L. (2005) - The lesser amberjack *Seriola fasciata* (Perciformes: Carangidae) in the Mediterranean: a recent colonist? *Cybium*, **29** (2): 141-145.
- FOLLESA M.C., MULAS A., PORCU C., CAU A. (2011) - On the record of alfoncino *Beryx splendens* (Berycidae) in Sardinian seas (central-western Mediterranean). *Cybium*, **35** (1): 77-78.
- KALOGIROU S., CORSINI M., KONDILATOS G., WENNHAGE H. (2007) - Diet of the invasive piscivorous fish *Fistularia commersonii* in a recently colonized area of the eastern Mediterranean *Biol. Invasions*, **9**: 887-896.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., MARCHINI A., CANTONE G., CASTELLI A., CHIMENZ C., CORMACI M., FROGLIA C., FURNARI G., GAMBI M.C., GIACCONE G., GIANGRANDE A., GRAVILI C., MASTROTOTARO F., MAZZIOTTI C., ORSI RELINI L., PIRAINO S. (2010) - Alien species along the Italian coasts: an overview. *Biol. Invasions*, **13** (1): 215-237.
- ORSI RELINI L. (2010) - Non native marine fish in Italian waters. In: Golani D., Golani-Appelbaum B. (eds), *Fish invasions of the Mediterranean Sea: changes and renewal*. Pensoft, Sofia-Moscow: 267-292.
- RELINI G., LANTERI L. (2010) - Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Osteichthyes. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 649-674.

L. PIAZZI, P. GENNARO*, G. CECCHERELLI

Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.
lpiazz00@gmail.com

*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA ex ICRAM), Roma, Italia.

IL RUOLO DI STRESS ANTROPICI NEL FAVORIRE L'INVASIONE DI *CAULERPA RACEMOSA* VAR. *CYLINDRACEA* *THE ROLE OF ANTHROPOGENIC STRESSORS IN FACILITATING THE SPREAD OF CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA*

Abstract - Manipulative experiments on sedimentation rates and nutrient concentrations showed that modifications in the structure of macroalgal assemblages caused by these stressors can facilitate the spread of the introduced *Chlorophyta* *Caulerpa racemosa*, suggesting the importance of maintaining good water quality and natural habitat structure to contain biological invasions.

Key-words: biological invasions, sedimentation, nutrients, *Caulerpa racemosa*, Mediterranean Sea.

Introduzione - Le invasioni biologiche rappresentano uno degli aspetti principali di erosione della biodiversità e possono interagire con altre modificazioni ambientali causate dall'uomo (Vitousek, 1994). Le alterazioni ambientali possono influenzare direttamente l'espandersi delle specie invasive, incrementando il loro tasso di accrescimento, ma anche indirettamente, modificando la resistenza degli habitat all'invasione (Valentine *et al.*, 2007). L'incremento della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua e l'aumento dei tassi di sedimentazione rappresentano due delle maggiori alterazioni ambientali dei sistemi marini costieri (Vitousek, 1994; Airolidi, 2003). La colonizzazione della *Chlorophyta* *Caulerpa racemosa* (Forsskål) C. Agardh var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman *et* Boudouresque è considerata uno dei più gravi eventi invasivi in Mediterraneo. Il presente contributo ha come obiettivo la presentazione dei risultati di studi sperimentali che hanno valutato il ruolo dei nutrienti e della sedimentazione nelle invasioni di *C. racemosa*.

Materiali e metodi - Gli esperimenti manipolativi sono stati condotti a sud di Livorno (Toscana, Mediterraneo nord-occidentale) su fondo roccioso ad una profondità di 15-25 metri. In 16 plot di 400 cm² distribuiti in 4 aree scelte a random all'interno della zona di studio, sono stati manipolati il tasso di sedimentazione (2 aree, 400 g di sedimento fine erano aggiunti ogni 45 giorni ad ogni plot), e l'arricchimento di nutrienti (2 aree, 2 sacchetti contenenti 200 gr di fertilizzante a lento rilascio erano posizionati ai lati di ciascun plot e periodicamente sostituiti). Altri 16 plot di controllo non sono stati invece manipolati. In tutti i plot è stata poi trapiantata *C. racemosa* (15 frammenti di *C. racemosa* lunghi 12 cm erano fissati al limite dei plot usando ponti di metallo fissati al substrato con chiodi). Alla fine dell'esperimento i dati relativi alla struttura dei popolamenti algali, alla biomassa e alla lunghezza degli stoloni di *C. racemosa* sono stati analizzati mediante analisi PERMANOVA (Anderson, 2001). Le analisi, condotte separatamente per la sedimentazione e per i nutrienti, consistevano in un modello a 2 vie con il fattore Condizione (stress vs. controllo) fisso e il fattore Area random e gerarchizzato nella Condizione. Il SIMPER test è stato utilizzato per valutare il contributo di ciascun taxon alla dissimilarità tra condizioni.

Risultati - L'analisi PERMANOVA ha evidenziato differenze significative nella struttura dei popolamenti tra plot manipolati e i controlli. Il SIMPER test ha mostrato

che in entrambe le condizioni impattate vi era un incremento di specie filamentose come *Pseudochlorodesmis furcellata* e *Womersleyella setacea* e una diminuzione di specie erette come *Zanardinia typus*, *Halimeda tuna* e *Osmundea pelagosae*. La biomassa e la lunghezza degli stoloni di *C. racemosa* avevano valori significativamente più elevati nei plot soggetti sia ad arricchimento della concentrazione dei nutrienti che all'aumento del tasso di sedimentazione rispetto ai controlli.

Conclusioni - I principali cambiamenti strutturali osservati in entrambe le condizioni impattate sono stati un decremento di specie perenni erette e un incremento di specie effimere formanti feltri, in accordo con quanto descritto in altri studi (Airolidi, 2003; Gennaro e Piazzì, 2011; Piazzì *et al.*, 2011). L'incremento della colonizzazione di *C. racemosa* nei plot sottoposti a stress conferma che la riduzione della complessità strutturale può rappresentare, ancor più che una diminuzione della diversità, una causa della perdita della resistenza dei popolamenti algali mediterranei nei confronti delle invasioni biologiche (Ceccherelli *et al.*, 2002; Piazzì *et al.*, 2003; Bulleri e Benedetti-Cecchi, 2008; Bulleri *et al.*, 2011; Gennaro e Piazzì, 2014). Il mantenimento delle caratteristiche naturali dei popolamenti può quindi rappresentare una delle azioni più efficaci per il contenimento delle invasioni biologiche (Anderson, 2007).

Bibliografia

- AIROLIDI L. (2003) - The effects of sedimentation on rocky coastal assemblages. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **41**: 161-203.
- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Aust. Ecol.*, **26**: 32-46.
- ANDERSON L.W.J. (2007) - Control of invasive seaweeds. *Bot. Mar.*, **50**: 418-437.
- BULLERI F., ALESTRA T., CECCHERELLI G., TAMBURELLO L., PINNA S., SECHI N., BENEDETTI-CECCHI L. (2011) - Determinants of *Caulerpa racemosa* distribution in the north-western Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **431**: 55-67.
- BULLERI F., BENEDETTI-CECCHI L. (2008) - Facilitation of the introduced green alga, *Caulerpa racemosa*, by resident algal turfs: experimental evaluation of underlying mechanisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **364**: 77-86.
- CECCHERELLI G., PIAZZI L., BALATA D. (2002) - Spread of introduced *Caulerpa* species in macroalgal habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **280**: 1-11.
- GENNARO P., PIAZZI L. (2011) - Synergism between two anthropic impacts: invasion of macroalga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and seawater nutrient enrichment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **427**: 59-70.
- GENNARO P., PIAZZI L. (2014) - The indirect role of nutrients in enhancing the invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. *Biol. Inv.*, **16** (8): 1709-1717.
- PIAZZI L., CECCHERELLI G., BALATA D., CINELLI F. (2003) - Early patterns of *Caulerpa racemosa* recovery in the Mediterranean Sea: the influence of algal turfs. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **83**: 27-29.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2011) - Effects of nutrient enrichment on macroalgal coralligenous assemblages. *Mar. Pollut. Bull.*, **62**: 1830-1835.
- VALENTINE J.P., MAGIEROWSKI R.H., JOHNSON C.R. (2007) - Mechanisms of invasion: establishment, spread and persistence of introduced seaweed populations. *Bot. Mar.*, **50**: 351-360.
- VITOUSEK P.M. (1994) - Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, **75**: 1861-1876.

L. STABILI^{1,2}, L. RIZZO², P. ALIFANO², S. FRASCHETTI²

¹Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Taranto, CNR, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.

²DiSTeBA, Università del Salento, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

loredana.stabili@iamc.cnr.it

DIVERSITÀ FUNZIONALE DELLA COMUNITÀ BATTERICA ASSOCIATA ALL'ALGA INVASIVA *CAULERPA RACEMOSA*

FUNCTIONAL DIVERSITY OF THE BACTERIAL COMMUNITY ASSOCIATED TO THE INVASIVE ALIEN SEAWEED CAULERPA RACEMOSA

Abstract - In the present study we compared the bacterial abundance as well as the bacterial functional diversity in three sites along the Apulian coast (Italy) in order to assess that *C. racemosa* surface harbours a specialized bacterial community.

Key-words: metabolic activity, bacteria, *Caulerpa racemosa*, Apulian coast.

Introduzione - In Mediterraneo sono state segnalate circa 745 specie aliene. Di queste 385 (52%) sono già ben consolidate e comprendono l'alga verde *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh, attualmente inclusa nell'elenco delle 100 specie a maggiore potenziale d'invasione per il Mediterraneo (Streftaris e Zenetos, 2006). Per la prima volta fu osservata in Mediterraneo, lungo le coste della Libia nel 1990 (Klein e Verlaque, 2008) e da allora in poi questa specie ha colonizzato tutti gli habitat e substrati disponibili portando a profonde alterazioni dei popolamenti bentonici indigeni (Cebrian *et al.*, 2012). Nel presente lavoro è stata condotta un'indagine sulla comunità batterica associata alla superficie di *C. racemosa*, nonché sull'attività metabolica della stessa per verificare l'ipotesi che l'alga ospiti una comunità batterica specifica. A tal scopo, utilizzando il sistema Biolog-ECOPlates™ (Biolog, Hayward, CA, USA) sono stati confrontati i profili metabolici delle comunità batteriche associate alla superficie dell'alga invasiva raccolta in tre siti lungo la costa pugliese. L'analisi del profilo metabolico mediante il sistema Biolog-ECOPlates™ fornisce il fingerprint metabolico della comunità (spettro dei substrati che è in grado di utilizzare) ed è quindi una misura della diversità funzionale della comunità microbica.

Materiali e metodi - *Caulerpa racemosa* è stata raccolta in settembre 2013, periodo in cui l'alga è particolarmente abbondante, in immersione con autorespiratore nell'Area Marina Protetta di Torre Guaceto (Brindisi), a Otranto (Lecce) e Porto Cesareo (Lecce) ad una profondità di 5-10 m. Circa 300 g di alga sono stati raccolti in triplicato, trasferiti in laboratorio lavati con soluzione fisiologica sterile, sospesi in acqua di mare sterile e sottoposti a sonicazione (Branson Sonifier 2200, 60 W, 47 kHz) per favorire il distacco dei batteri adesi alla superficie. I sonicati sono stati seminati su Marine Agar 2216 (Difco) ed incubati per 7 giorni a 22 °C. Le colonie cresciute sono state contate mediante un conta colonie PBI e le abbondanze espresse come CFU/ml. I sonicati sono stati anche utilizzati per la valutazione delle attività metaboliche delle comunità batteriche mediante l'impiego di piastre Biolog-ECOPlates™ incubate per 2-7 giorni e monitorate periodicamente misurando, attraverso appositi dispositivi, la riduzione del tetrazolio.

Risultati - In Tab. 1 viene riportata la densità dei batteri eterotrofi coltivabili sulla superficie dell'alga *C. racemosa* nei tre siti considerati.

Tab. 1 - Densità dei batteri eterotrofi coltivabili sulla superficie di *C. racemosa* nei tre siti considerati.

Bacterial densities recorded on C. racemosa surface in the three considered sites.

Sito	Batteri eterotrofi coltivabili
Torre Guaceto	2.4×10^5 CFU/ml
Otranto	2.2×10^5 CFU/ml
Porto Cesareo	1.4×10^5 CFU/ml

Dall'analisi dei profili metabolici delle comunità batteriche sulla superficie algale si può dedurre che le tre comunità mostrano modelli simili di utilizzazione dei substrati considerati. In particolare una cospicua diversità metabolica è stata rinvenuta negli inoculi di *C. racemosa* prelevata sia a Torre Guaceto che ad Otranto e Porto Cesareo ognuno dei quali conteneva 18 fonti di carbonio consumati dopo 72 ore di incubazione. In tutti i siti esaminati i substrati metabolizzati comuni erano: L-asparagina, L-fenilalanina ed L-serina tra gli amminoacidi; D-cellobiosio, glucosio-1-fosfato, α -D-lattosio, DL- α -glicerolo fosfato, β -metil-D-glucoside e D-xilosio tra carboidrati; acido D-galatturonico e l'estere metilico dell'acido piruvico tra acidi carbossilici; Tween 40 e Tween 80 tra polimeri; feniletilamina e putrescina tra le ammine e acido benzoico 4-idrossi tra i fenoli.

Conclusioni - L'abbondanza di batteri coltivabili sulla superficie di *C. racemosa* durante la fioritura è nell'ordine di 10^5 CFU/ml. Precedenti studi dimostrano infatti che le alghe possono ospitare dense popolazioni di batteri (fino a 10^6 per cm^2) sulla loro superficie, nonostante le densità possano variare con la specie, la posizione geografica e le condizioni climatiche (Meusnier *et al.*, 2001). I risultati ottenuti con il sistema BIOLOG dimostrano che le comunità batteriche associate alla superficie di *C. racemosa* hanno profili metabolici simili nei tre siti esaminati e una cospicua versatilità metabolica. I dati di diversità funzionale mostrano che la superficie di *C. racemosa* ospita una specifica comunità batterica. Questa comunità, date le potenzialità metaboliche, potrebbe svolgere un ruolo chiave per l'alga e la sua diffusione. Si può pertanto ipotizzare che *C. racemosa* sintetizzi alcuni dei composti organici assimilabili dai batteri epifiti e che questi, a loro volta, in virtù della loro diversità metabolica, possano rendere sia il carbonio organico che inorganico in forma disponibile per l'alga nonché produrre composti tossici per altri organismi mantenendo la superficie dell'alga libera da altri epifiti. Ulteriori studi saranno condotti per confermare questa ipotesi.

Bibliografia

- CEBRAN E., LINARES C., MARSCHAL C., GARRABOU J. (2012) - Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biol. Invasions*, **14**: 2647-2656.
- KLEIN J., VERLAQUE M. (2008) - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 205-225.
- MEUSNIER I., OLSEN J.L., STAM W.T., DESTOMBE C., VALERO M. (2001) - Phylogenetic analyses of *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) and of its associated bacterial microflora provide clues to the origin to the Mediterranean introduction. *Mol. Ecol.*, **10**: 931-946.
- STREFTARIS N., ZENETOS A. (2006) - Alien Marine Species in the Mediterranean. The 100 'Worst Invasives' and their Impact. *Medit. Mar. Sci.*, **7**: 87-118.

Tema 3

LIVELLI DI DIVERSITÀ DEL BENTHOS
MARINO IN RELAZIONE ALLE
PRESSIONI ANTROPICHE

S. FRASCHETTI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (Di.S.Te.B.A.), Università del Salento,
Prov.le Lecce - Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
simona.fraschetti@unisalento.it

INTERPRETING CHANGES IN THE MARINE ENVIRONMENT: THE MISSING INGREDIENT

L'INTERPRETAZIONE DEL CAMBIAMENTO IN AMBIENTE MARINO: COSA CI MANCA?

Abstract - Biodiversity data are time-consuming and expensive to collect. Funding is often too scarce to allow for proper interpretation of changes in the marine environment, requiring the optimization of efforts to fulfill the commitments from recent international frameworks, in order to investing in reliable, cost-effective monitoring programs able to distinguish between natural and human induced changes. In the last thirty years, a large amount of information on marine biodiversity in terms of patterns of distribution, associated processes and effects of single threats has been achieved. However, interpreting changes caused by the compound effects of multiple anthropogenic disturbances is still a challenge. Posing a solid base for effective assessment of the effects of human disturbances to investigate both structural and functional biodiversity changes requires sufficient taxonomic expertise, long-term data sets in biodiversity research and monitoring, the combined use of rigorously designed correlative and experimental approaches at large spatial scales, and the recognition that, independently from the level of biodiversity considered, human threats cannot be studied and managed in isolation.

Key-words: marine biodiversity, multiple stressors, threats, alpha, beta, diversity, habitat.

Introduction - In the last thirty years, critical advances have been made in the understanding of patterns of distribution of marine biodiversity and associated ecological processes (Fraschetti *et al.*, 2005; Danovaro *et al.*, 2008). Large-scale assessments combined extensive literature analyses with expert opinions to update available estimates of major taxa and to revise several species lists (Tittensor *et al.*, 2010). In addition, despite still existing gaps, a lot of information exists allowing the identification of key threats and their main effects on species, habitats and assemblages (Claudet & Fraschetti, 2008). Recent research efforts have provided large-scale syntheses of the distribution and intensity of human activities affecting marine ecosystems (Micheli *et al.*, 2013). These syntheses identified threats that have the greatest potential impact on marine biodiversity and human well-being, highlighted distinct spatial patterns in the distribution of cumulative human impacts, and identified priority areas for conservation actions. Despite these advances, the interpretation of changes caused by the compound effects of multiple anthropogenic disturbances is still a challenge. Here, I will discuss the main gaps in knowledge that should be addressed to reduce threats and ensure species persistence in the Mediterranean and elsewhere. More specifically, I will provide selected examples on the effects of human pressures of different biodiversity components, together with an analysis of present challenges for interpreting changes in marine systems. The need to optimize efforts in addressing the commitments from recent international frameworks, carefully investing time and economic resources in reliable, cost-effective monitoring programs able to distinguish between natural and human induced changes is finally discussed.

Human pressures and biodiversity levels - Historically, the assessment of the effects of human pressures has been carried out using various response variables and analytical approaches. Among others, alpha diversity (e.g. local species richness) has been largely used for quantifying the effects of human threats. Sedimentation,

pollution, exploitation of living organisms, presence of allochthonous species, and habitat loss and fragmentation can alter ecological processes at varying scales in space and time, changing the number of species and their relative abundances through direct and indirect effects. A decrease in the number of species with a consequent loss and homogenisation in biodiversity is generally considered a common outcome of increasing human pressure (Balata *et al.*, 2007). However, a number of exceptions have been observed according to the intensity and frequency of disturbance (see the well-established relationship between environmental disturbance and diversity: the intermediate disturbance hypothesis). Human pressures can contribute to generate variability in populations and assemblages, independently from changes on the mean number of species (Terlizzi *et al.*, 2005). Increased variability at different spatial and temporal scales has been observed from different marine communities exposed to distinct disturbances. Rising temporal and spatial variability is often a subtle outcome of human disturbance on ecological systems, undermining community structure, leading to decreased resilience and to increased potential for regime shifts. However, regime shifts are largely unpredictable due to the inherent complexity of ecological systems. The spatial and temporal heterogeneity of a given system might shed light on determinants of its vulnerability and guide actions to mitigate the risk of critical transitions towards degraded states. Changes in spatial and temporal variability may inform about the ongoing effects of natural or anthropogenic disturbance, or serve as warning signals of near-to-happen transitions. In this respect, beta-diversity concepts represent complementary views of changes in species composition between two or more assemblages and could provide complementary information crucial to the understanding of the effects of natural and/or anthropogenic drivers of change. These are just two examples of response variables used for assessing changes. The complexity of the responses to human pressures requires integrating different approaches and response variables, with a case-by-case selection of the most appropriate ones. Several issues are critical under this respect: the use of rigorous experimental designs (since pseudoreplicated designs are often the rule), a careful consideration of the importance of taxonomy, and a critical attitude towards the use of higher taxa as surrogates for species. This is a relevant topic since mitigating human impacts on ecosystems and adequately identifying conservation priorities requires a deeper advance in our knowledge of biodiversity. This is not an easy task, since it involves huge endeavours to describe species and their distributional patterns. The knowledge of species, and their biology and ecology, is an indispensable prerogative also to define the possible sufficient taxonomical level in routine monitoring studies and the policy of indifference for taxonomic expertise surely represents an important limit in this context (Boero, 2010).

The issue of multiple stressors - Focusing on specific drivers of change (e.g. point-source pollution) represents the traditional approach to understand the effects of human pressures. This approach has been successful in quantifying the impacts caused by specific human activities on coastal biodiversity, but it is not suitable to capture the compound effects of multiple disturbances operating at different scales. Despite it is becoming increasingly clear that a single-stressor perspective is inadequate when ecosystems are threatened by multiple, co-occurring stressors, at present, research into the cumulative and interactive effects of multiple stressors is not frequent, with simplistic interpretations of the consequences of human activities on marine systems (Fraschetti *et al.*, 2012). Besides the individuation of the most important drivers of change, the comprehension of the effects of their interactions on different biodiversity components represents a priority for a proper planning of coastal activities and the implementation of effective mitigation strategies.

Interactions among multiple stressors may dampen or exacerbate the effects of individual stressors on single species of entire assemblages, making predictions of the ecological consequences of these synergies difficult at the ecosystem level. As underlined by Crain *et al.* (2008): “the need to better understand the interactive and cumulative effects of multiple stressors was highlighted a decade ago and is still cited as one of the most pressing questions in ecology and conservation” mostly because of the difficulty to handle experiments in the field reproducing complex scenarios of environmental disturbance. It is therefore important to build experiments at different scales testing for the functional response of ecosystems to multiple stressors in order to refine present ecological knowledge of the consequences of anthropogenic threats acting at regional scales, and to predict the factors playing key roles in controlling the resistance and resilience over time of an ecosystem to a given combination of stressors.

Long-term data sets in biodiversity research and monitoring - Data that can be used to monitor biodiversity, and to gauge changes in biodiversity through time, are essential. Temporal patterns of biodiversity have received much less attention than spatial ones. Lack of information on the background rates and direction of change in ecological systems can make it difficult to detect the signature of anthropogenic impacts (Magurran *et al.*, 2010). Having long-term funding to support long-term studies is still a challenge and this analysis represents an effort to ensure data comparability despite the lack of funding continuity. A long-term perspective in assessing changes in natural species and assemblages is critical since different ecological components may respond differently and over varying temporal scales (Fraschetti *et al.*, 2013). The lack of long-term data sets is also critical in terms of identification of baselines for identifying appropriate reference conditions. This poses major challenges to the understanding of the causes of environmental changes. There are excellent examples, however, of reconstructed historical baselines and quantitative targets for ecosystem-based management and marine conservation (Lotze *et al.*, 2006; Airoldi and Beck, 2008). The use of historical baselines allows assessing the history of degradation and to guide conservation and management initiatives towards new ecosystem conditions having similar structural and functional features to those of the past. However, the knowledge of “pristine conditions” (e.g., historical population level or ecosystem structure, the carrying capacity under historical ecosystem conditions) is rarely available and, when it is, fish are usually the sole biodiversity component to be considered. This reconstruction, furthermore, can be controversial in the presence of different data sources or of idiosyncratic results produced by different reconstruction methods. In the Mediterranean Sea, affected by a long history of human-induced changes and shifting baselines, the lack of reliable historical records represents a strong limit in setting meaningful reference conditions that might assist in assessing recovery. Space-for-time substitutions may represent the only solution to the lack of reliable quantitative information about historical baselines, if conclusions are derived from extensive surveys using a consistent methodology addressing multiple sites across a gradient of environmental conditions and human pressures. Additional snapshots of past conditions could surely help in refining management and conservation strategies.

The MSFD: an excellent opportunity for long-term monitoring - Achieving the environmental goals that EU states have committed themselves to, will require ongoing and comprehensive monitoring of impacts in conjunction with new policies that balance biodiversity protection with human uses. Assessment of achievement of Good Environmental Status (GES) is made in consideration of the criteria and indicators stipulated by the Commission Decision on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (2010/477/EU). However, the

rationale behind some of the concepts included in the MSFD is sometime difficult to quantify. Despite the attempt to provide an holistic approach to the assessment of the status of the marine environment, the proposed definition of Good Environmental Status, the identification of clear-cut targets and the proposed approach for threshold evaluations handle with difficulty the complexity of the response of the ecological systems to multiple stressors. The MSFD should be perceived as a challenge and an opportunity for the whole European scientific community, whose role in providing guidelines for the monitoring of the marine environment should be fully recognized. Funding is often scarce to properly interpreting changes in the marine environment so that we have to optimize the efforts to address the EU commitment carefully investing time and economic resources in reliable, cost-effective monitoring programs able to distinguish between natural and human induced changes.

References

- AIROLDI L., BECK M. (2007) - Loss, status and trends for coastal marine habitats in Europe. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **45**: 345-405.
- BALATA D., PIAZZI L., BENEDETTI-CECCHI L. (2007) - Sediment disturbance and loss of beta diversity on subtidal rocky reefs. *Ecology*, **88**: 2455-2461.
- BOERO F. (2010) - The study of species in the era of biodiversity: a tale of stupidity. *Diversity*, **2**: 115-126.
- CLAUDET J., FRASCHETTI S. (2010) - Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biol. Conserv.*, **143**: 2195-2206.
- CRAIN C.M., KROEKER K., HALPERN B.S. (2008) - Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol. Lett.*, **11**: 1304-1315.
- DANOVARO R., GAMBI C., DELL'ANNO A., CORINALDESI C., FRASCHETTI S., VANREUSEL A., VINCX M., GOODAY A.J. (2008) - Exponential decline of deep-sea ecosystem functioning linked to benthic biodiversity loss. *Curr. Biol.*, **18**: 1-8.
- FRASCHETTI S., CLAUDET J., GRORUD-COLVERT K. (2011) - Transitioning from single-sector management to ecosystem-based management: What can marine protected areas offer? In: Claudet J. (ed), *Marine Protected Areas. A Multidisciplinary Approach*. Cambridge University Press. International Marine Conservation Congress, May 14-18, Victoria, BC, Canada: 11-34.
- FRASCHETTI S., GUARNIERI G., BEVILACQUA S., TERLIZZI A., BOERO F. (2013) - Protection enhances community and habitat stability: evidence from a Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS ONE*, **8**: e81838.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BENEDETTI-CECCHI L. (2005) - Patterns of distribution of marine assemblages from rocky shores: evidence of relevant scales of variation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **296**: 13-29.
- LOTZE H.K., LENIHAN H.S., BOURQUE B.J., BRADBURY R.H., COOKE R.G. (2006) - Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. *Science*, **312**: 1806-1809.
- MAGURRAN A.E., BAILLIE S.R., BUCKLAND S.T., McP. DICK J., ELSTON D.A., SCOTT E.M., SMITH R.I., SOMERFIELD P.J., WATT A.D. (2010) - Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends Ecol. Evol.*, **25**: 574-582.
- MICHELI F., HALPERN B.S., WALBRIDGE S., CIRIACO S., FERRETTI F., FRASCHETTI S., LEWISON R., NYKJAER L., ROSENBERG A.A. (2013) - Cumulative human impacts on Mediterranean and Black Sea marine ecosystems: assessing current pressures and opportunities in seas under siege. *PLoS ONE*, **8**: e79889.
- 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.
- TITTENSOR D.P., MORA C., JETZ W., LOTZE H.K., RICARD D., BERGHE E.V., WORM B. (2010) - Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*, **466**: 1098-1101.

G. BAVESTRELLO, M. BO, R. SANDULLI¹, S. CANESE², R. CATTANEO-VIETTI³

DiSTAV, Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

giorgio.bavestrello@unige.it

¹DiST, Università di Napoli "Parthenope", Centro Direzionale Is. C4 - 80134 Napoli, Italia.

²ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, Italia.

³DiSVA, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, Ancona, Italia.

POPOLAZIONI DI CORALLO ROSSO E PRESSIONI ANTROPICHE SULLE SECHE DEL GOLFO DI NAPOLI

RED CORAL POPULATIONS AND ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE SHOALS OF THE GULF OF NAPLES

Abstract - Red coral (*Corallium rubrum* L.) populations of five banks in the Gulf of Naples, previously described at the beginning of the past century and heavily harvested for a long time, were investigated by ROV surveys conducted in 2010-2012. At present, in two of the five banks we did not record any red coral colony while in the other three banks *C. rubrum* populations have a density lower than 5 colonies m⁻². Moreover, a large portion of the observed colonies (up to 70%) are dead. In this study we detected a strong negative correlation between the presence and density of the red coral populations and the fishing impact, evaluated as presence of abandoned fishing gears on the sea bottoms. In addition, water pollution was hypothesised as possible additional cause of coral mortality.

Key-words: red coral, deep hard bottoms, mortalities, pollution, fishing impact.

Introduzione - All'inizio dello scorso secolo, le secche del Golfo di Napoli erano tra le località più conosciute del Mediterraneo dal punto di vista della biodiversità. Nel descrivere la Secca di Chiaja, Lo Bianco (1909) per esempio, annotava: *Spiccatissima è l'importanza di questa secca, perché assai ricca di animali, che raramente si trovano in altri punti*. In particolare, le popolazioni di corallo rosso (*Corallium rubrum* L.) presenti su queste secche erano conosciute e commercialmente sfruttate da molto tempo. Già Cavolini (1785) segnalò aree di pesca verso Vico Equense. Lo Bianco (1909) indicò numerosi banchi di corallo, le cosiddette "coralliere", praticamente ovunque nel golfo: *sulle linee Stazione Zoologica-Capri, Nisida-Capri, Castello dell'Uovo-Torre del Greco. La loro profondità varia da 150 a 200 m*. All'inizio del '900 su questi banchi venivano raccolte colonie alte anche 35 cm e larghe 30 cm, spesso poi vendute dalla Stazione Zoologica ai musei di tutto il mondo (Mazzarelli e Mazzarelli, 1918). Lo studio più completo dei banchi di corallo del Golfo di Napoli si deve a Mazzarelli e Mazzarelli (1918) che ne descrissero 23 sui quali si operava la pesca. Alcuni di questi avevano nomi indicativi della loro abbondanza: ad esempio, il Banco La Mano Dentro era così chiamato perché i pescatori narravano che bastasse mettere in mare una mano per trarla carica di rami di corallo. Dopo secoli di continuo sfruttamento, lo stato di conservazione di alcuni banchi era già compromesso nei primi decenni del '900: *vi sono stati banchi spogliati addirittura quasi completamente del loro rivestimento di corallo* (Mazzarelli e Mazzarelli, 1918), mentre, a Punta Licosa, al limite meridionale del Golfo di Salerno, dopo 28 dragate ed una settimana di lavoro, la raccolta fu definita *meschina* (Mazzarelli, 1915). Purtroppo, da circa un secolo non sono più state condotte ricerche su questi banchi, ancora sottoposti ad un intenso sfruttamento da parte di pescatori subacquei (E. Gargiulo, comunicazione personale). Scopo di questo lavoro è presentare la situazione attuale delle popolazioni di corallo presenti su alcuni banchi del Golfo di Napoli già visitati da Mazzarelli e Mazzarelli (1918).

Materiali e metodi - Durante due campagne di ricerca con il ROV "Pollux III" condotte a bordo della R/V *Astrea* nel Golfo di Napoli nel luglio 2010 e 2012, sono stati esplorati, cinque banchi (Tab. 1; Fig. 1), ad una profondità compresa tra i

120 ed i 140 m, già segnalati da Mazzarelli e Mazzarelli (1918) come zone di pesca del corallo. Su ciascun banco sono state scattate in maniera casuale da 52 a 80 immagini HR, con una superficie di circa 1,25 m² per un totale di 245 m² esplorati. Le immagini sono state analizzate con il software ImageJ64, prendendo in considerazione le percentuali di immagini in cui appare il corallo (presenza), le percentuali di colonie viventi e di quelle morte, la densità delle colonie e la presenza di attrezzi abbandonati sul fondo come indice dell'impatto della pesca sui popolamenti (Bo *et al.*, 2014).

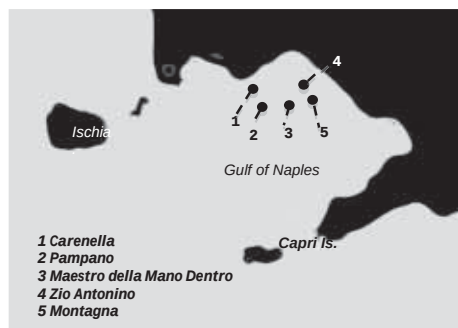


Fig. 1 - Distribuzione dei banchi studiati nel Golfo di Napoli.

Distribution of the visited banks in the Gulf of Naples.

Risultati - Durante l'indagine ROV, popolazioni di corallo rosso sono state osservate solo in tre dei cinque banchi esplorati (Pampano, Zio Antonino e Montagna) (Tab. 1).

Tab. 1 - Banchi studiati nei quali è stata calcolata la percentuale di immagini che mostrano presenza di corallo rosso, la densità del popolamento, la percentuale di colonie vive e l'impatto della pesca valutata come percentuale delle immagini che mostrano attrezzi da pesca persi.

Percentage of images showing the red coral occurrence, density, percentage of living colonies and fishing impact expressed as percentage of images showing lost gears, in the studied banks.

Banchi	Coordinate	Profondità (m)	Immagini HR (N)	Area esplorata (m ²)	Presenza (%)	Densità (col m ⁻²)	Colonie viventi (%)	Impatto da pesca (%)
Carenella	40° 45,994' N; 14° 10,107' E	140 m	64	80	---	---	---	70.3
Pampano	40° 45,383' N; 14° 10,845' E	140 m	65	81.2	28.3	4.1 ± 0.6	27.3 ± 8.4	49.1
Maestro della Mano Dentro	40° 45,432' N; 14° 15,106' E	150 m	63	78.7	---	---	---	87.3
Zio Antonino	40° 47,314' N; 14° 15,929' E	120 m	52	65	32.7	4.9 ± 1.8	72.5 ± 7.9	32.7
Montagna	40° 45,910' N; 14° 16,284' E	130 m	80	100	13.7	2.7 ± 0.4	39.2 ± 12	78.6

Nei banchi in cui il corallo è presente, la taglia è modesta (Fig. 2A) e la sua distribuzione è molto discontinua (14-33% delle immagini esaminate) con densità inferiori a 5 col./m². In queste aree, il 30-80% delle immagini mostra la presenza d'attrezzi da pesca abbandonati (reti, lenze, cavi) che determinano un grave disturbo non solo al corallo, ma a tutta la comunità (Tab. 1, Fig. 2B). I siti esaminati mostrano alti tassi di mortalità: nel Banco del Pampano, meno di un terzo delle colonie osservate sono vive (Fig. 2C). Nelle stesse località anche altri organismi arborenti, soprattutto gorgonie (e.g. *Paramuricea clavata*) sono state spesso osservate morte (Fig. 2D).

Conclusioni - I banchi di corallo rosso del Golfo di Napoli hanno mostrato un evidente stato di grave sofferenza con un'alta incidenza di colonie malate o morte e densità molto basse (<5 col/m²). Il corallo rosso è scomparso in alcuni dei banchi segnalati al principio del XX secolo, quando frequentemente si raccoglievano colonie con un diametro di 10-15 mm ed oltre (Mazzarelli e Mazzarelli, 1918).

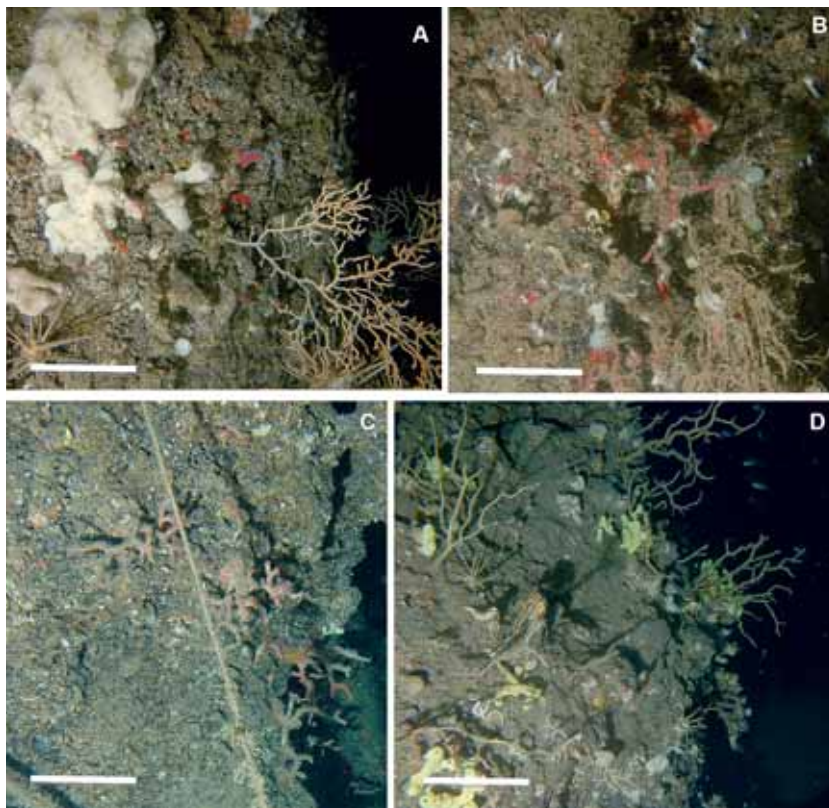


Fig. 2 - Degrado dei popolamenti a coralli dello storico Banco del Pampano. A) la comunità della secca composta da piccole colonie di corallo rosso, la gorgonia *Eunicella cavolinii* e spugne; B) colonie di corallo rosso impigliate in una rete abbandonata; C) colonie morte di corallo rosso; D) moria di colonie di *Paramuricea clavata*. Scala=10 cm.

Damages on coral assemblages in the historical Pampano Bank. A) the assemblage of the shoal composed by small colonies of red coral, the gorgonian Eunicella cavolinii and sponges; B) colonies of red coral entangled in a ghost trammel net; C) dead colonies of red coral; D) a mass mortality of Paramuricea clavata. Scale bar=10 cm.

Questa situazione è certamente dovuta al documentato impatto della pesca che si attua su questi banchi da lungo tempo. I tre banchi nei quali il corallo è stato osservato mostrano significative correlazioni negative tra il livello di impatto della pesca e presenza e densità dei popolamenti (Fig. 3). L'impatto della pesca sulle comunità di fondo duro è testimoniato dall'esperienza di Lo Bianco (1909) che descrive il miglior metodo per catturare organismi bentonici sulla Secca di Chiaja: *Difficilissimo riesce di fare raccolta di organismi con la draga, e tutte le volte che si tentò, lo fu con risultati meschini, impari al lavoro e alle spese. Molto più abbondante è la preda che si ottiene a mezzo della "rete di posta" la quale distesa la sera e salpata la mattina, si riempie di animali in gran parte strappati agli scogli, ad esempio Spugne, Coralli, Briozoi etc.*

Anche le particolari condizioni idrodinamiche che interessano il Golfo sono probabilmente coinvolte nel deterioramento delle sue comunità bentoniche (Cianelli *et al.*, 2011; Tornero e Ribera d'Alcalà, 2014). Nella peggiore delle situazioni, infatti, quando le correnti si muovono verso sud-est, le masse d'acqua più interne

restano isolate, condizione che favorisce il ristagno degli inquinanti ed elevati tassi di sedimentazione. L'apporto di inquinanti potrebbe essere coinvolto negli elevati livelli di mortalità delle colonie di corallo rosso osservate. Nello storico Banco della Montagna, il 60% delle colonie erano morte ma ancora integre e fissate al substrato, dimostrando che la moria non è stata determinata da insulti meccanici. Morie di gorgonacei sono ampiamente documentate in diverse località del Mediterraneo occidentale (Garrahou *et al.*, 2001) ed in particolare nel Golfo di Napoli (Gambi *et al.*, 2010). Questi fenomeni hanno finora coinvolto popolamenti superficiali, mai il corallo rosso, e sono stati generalmente attribuiti ad anomalie termiche, tuttavia i banchi studiati sono situati a profondità alle quali la temperatura è considerata stabile tutto l'anno. L'unica moria di corallo rosso, fino ad oggi descritta su fondi con profondità maggiore di 100 m (Rivoire, 1987) è stata tentativamente attribuita ad apporti inquinanti trasportati dalle correnti dominanti. Questi dati rappresentano il primo confronto, a distanza di oltre un secolo, di uno degli ambienti profondi un tempo più studiati del Mediterraneo. L'eccezionale riduzione dei popolamenti di corallo rosso messa in evidenza è il segnale di un più esteso degrado dell'intera comunità profonda di substrato duro.

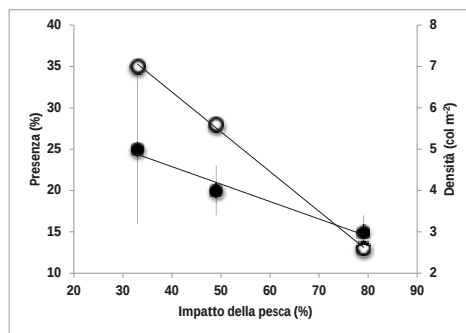


Fig. 3 - Relazione tra presenza di corallo nelle immagini esaminate (cerchi vuoti) e densità dei popolamenti (cerchi pieni) con l'impatto della pesca valutato come percentuale di immagini che mostrano attrezzi da pesca persi.

Relationship between the presence of coral colonies in the studied images (empty circles) and density of the populations (filled circles) against the percentage of images showing abandoned fishing gears.

Bibliografia

- BO M., BAVA S., CANESE S., ANGIOLILLO M., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G. (2014) - Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Conserv. Biol.*, **171**: 167-176.
- CAVOLINI F. (1785) - *Memorie per servire alla storia de' polipi*. Napoli.
- CIANELLI D., UTTIERI M., BUONOCORE B., FALCO P., ZAMBARDINO G., ZAMBIANCHI E. (2011) - Dynamics of a very special Mediterranean coastal area: the Gulf of Naples. In: Williams G.S. (ed), *Mediterranean Ecosystems: Dynamics, Management & Conservation*. Nova Science Publishers: 129-150.
- GAMBI M.C., BARBIERI F., SIGNORELLI S., SAGGIOMO V. (2010) - Mortality events along the Campania coast (Tyrrhenian Sea) in summers 2008 and 2009 and relation to thermal conditions. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 126-127.
- GARRABOU J., PEREZ T., SARTORETTO S., HARMELIN J.G. (2001) - Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in Provence region (France, NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **217**: 263-272.
- LO BIANCO S. (1909) - Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitth. Zool. Stat. Neaples*, **19**: 35-761.
- MAZZARELLI G. (1915) - Risultati della campagna della R. Nave "Volta" eseguita nell'estate 1913 per la esplorazione dei banchi di corallo dei mari italiani. *Riv. Pesca Idrobiol.*, **10** (1-3): 1-47.
- MAZZARELLI G., MAZZARELLI G. (1918) - Prime indagini sui banchi di corallo del Golfo di Napoli. *Annali Idrobiol. Pesca*, **1** (1): 1-42.
- RIVOIRE G. (1987) - Existence de champs de corail rouge et de gorgones mort en profondeur, entre Cassis et Nice. *Rapport destiné à la Direction des Affair Maritims de Mediterranée. Lab. Ecol. Benthos, Univ. Aix-Marseille II, France*: 1-16.
- TORNERO V., RIBERA D'ALCALÀ M. (2014) - Contamination by hazardous substances in the Gulf of Naples and nearby coastal areas: A review of sources, environmental levels and potential impacts in the MSFD perspective. *Sci. Total Environ.*, **466/467**: 820-840.

S. BEVILACQUA, A. TERLIZZI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (Di.S.Te.B.A.),
Università del Salento, CoNISMa
Prov.le Lecce-Monteroni – 73100 Lecce, Italia.
stanislao.bevilacqua@unisalento.it

TAXONOMY AND SPECIES SURROGACY IN THE ESTIMATION OF α -, β - AND γ -DIVERSITY: A SHORT REVIEW ON NEW APPROACHES

TASSONOMIA E SURROGATI DI SPECIE NELLA STIMA DI α -, β -, E γ -DIVERSITÀ: BREVE ANALISI SU NUOVI APPROCCII

Abstract - Pressing environmental concerns arising under the current biodiversity crisis are challenging marine ecologists to cope with wide gaps in species knowledge, taxonomy, and available taxonomic skills. The use of higher taxa as proxies for species could represent a potential solution to mitigate this contingent 'taxonomic impediment'. However, the hidden risk of this urgency is to become, on the long term, *habitude* (or *aptitude*) for further dismissing taxonomy. Taxonomy is strictly inherent the concept of diversity, from local to regional scale. Here, we provide recent experimental and theoretical developments for species surrogacy that recognize the crucial role of fine taxonomy in biodiversity assessment and monitoring.

Key-words: biodiversity monitoring, marine invertebrates, species-accumulation curves, surrogates for species, taxonomic relatedness.

Introduction - The unprecedented increase of human threats to the world oceans and seas has exacerbated concerns about biodiversity loss and potential consequences on the functioning of marine ecosystems. This has stimulated renewed attention on environmental management policy at international level, resulting in the implementation of structured frameworks for monitoring marine biodiversity and ecosystems (e.g., Marine Strategy Framework Directive, EC 2008). Traditionally, ecologists have partitioned diversity into local (α) and regional (γ) diversity with the two connected by the extent to which it varies over space (β). The concept of species lies at the core of such notions, which are essentially taxonomic (Terlizzi *et al.*, 2009). Quantifying species diversity at a regional or local scale, nevertheless, can be problematic due to the time and cost associated to fine taxonomic identification and to a chronic insufficiency of taxonomic expertise (Bevilacqua *et al.*, 2009). A mainstream practice to overcome this hindrance in marine environments has focused on the use of higher taxa (e.g. family) as surrogates for species (Bevilacqua *et al.*, 2009, 2012a). Taxonomic surrogates have been successfully applied in investigating benthic communities from different habitats and geographic regions (Bevilacqua *et al.*, 2012a). However, empirical studies on taxonomic surrogates have amassed in the absence of incisive efforts for structuring a solid theoretical framework regarding their application, casting doubts about the appropriateness of this approach to species surrogacy (Bevilacqua *et al.*, 2012a, 2013). Here, we elucidate recent experimental and theoretical developments aiming at reconciling cost-effectiveness of species surrogacy with the crucial role of taxonomy in quantifying natural and human-driven patterns of α -, β -, and γ -diversity.

New approaches to species surrogacy in impact assessment and monitoring of local diversity - The relevance of higher ranks of the Linnaean hierarchy, and especially of intermediate ranks (i.e., genus, family), for environmental monitoring has been sustained invoking a hierarchical biological response to environmental disturbance, and ecological similarities among closely related species. However, natural variations

may also affect community structure at higher taxonomic levels (Bevilacqua *et al.*, 2012b), the effectiveness of a given taxonomic level may vary among different groups of organisms and habitats (Bevilacqua *et al.*, 2009), and functional coherence and taxonomic relatedness may be largely unrelated (Bevilacqua *et al.*, 2012a,b). Factors other than putative ecological similarity of species within taxa, such as the fractal architecture of taxonomic systems may strongly influence the response of surrogates (Bevilacqua *et al.*, 2012a). For instance, when detecting changes in local diversity of mollusk assemblages, information loss at higher taxonomic levels have been found to depend on the degree of species aggregation, rather than on the relative closeness of species in the taxonomic hierarchy, and such findings were supported across a wide range marine benthic invertebrate groups (Bevilacqua *et al.*, 2012a). In this new theoretical perspective, a novel approach to species surrogacy, the Best Practicable Aggregation of Species (BestAgg), has been implemented (Bevilacqua *et al.*, 2013). Through the construction of null models, BestAgg identifies the minimum number of surrogates, irrespective of their type, sufficient to quantify species-level community patterns consistently. Surrogates are then defined based on their ecological importance (*relevance*), difficulty of identification (*easiness*), and shared characteristics among organisms (*resemblance*). BestAgg has been successfully applied to individual and colonial invertebrate assemblages in different environmental contexts, from natural gradient to human impacts, showing higher performance in elucidating pattern of diversity at local scale with respect to classic higher-taxon approach (Bevilacqua *et al.*, 2013). Also, BestAgg allows exploiting multiple surrogacy schemes beyond stagnant perspectives, which strictly rely on taxonomic relatedness among species. This prerogative is crucial to extend the concept of species surrogacy to ecological traits of species, thus leading to ecologically meaningful surrogates that, while cost-effective in reflecting community patterns, may also contribute to unveil underlying processes.

β -diversity as a measure of spatial and temporal heterogeneity - β -diversity is currently receiving increasing attention, after being neglected for a long time, especially in marine environments. Recent works introduced the concept of β -diversity as non-directional changes or, in other words, as heterogeneity of assemblages within any spatial and temporal extent. However, the quantification of assemblage heterogeneity in assessing patterns of β -diversity related to natural and anthropogenic disturbance is still largely unexplored. Indeed, investigating β -diversity as variation can be relevant to many ecological issues, providing a comprehensive view of natural or human-driven changes in assemblage structure. When human impacts affect the spatial homogeneity of assemblages rather than their average multivariate structure, β -diversity is crucial in detecting the effect of human disturbance, which may remain otherwise unnoticed, or could detect more subtle effects of human disturbance, such as changes in small-scale patchiness (Bevilacqua *et al.*, 2012c). Investigating assemblage heterogeneity could highlight effects of protection on the integrity of assemblage structure over space and their persistence (Fraschetti *et al.*, 2013) or, in contrast, if associated to reduced α - and γ -diversity, denoting environmental degradation (Bevilacqua *et al.*, 2012c). The ecological meaning of changes in β -diversity as variation is, therefore, strongly context dependent. The magnitude, in terms of intensity, frequency, and duration, of disturbance, whatever natural or anthropogenic, is likely to play a major role in determining patterns of assemblage heterogeneity, and the ensuing ecological consequences. Assemblage heterogeneity could also drastically vary between habitats, even in the same taxonomic group (Bevilacqua *et al.*, 2012c). This could be essential when setting conservation priorities based on habitats as proxies for biodiversity. Such findings suggest the potential of β -diversity as variation to unravel

patterns of change in assemblages that could not be necessarily evident analyzing local diversity, or even the whole multivariate assemblage structure, providing complementary information crucial to the understanding the effects of natural and anthropogenic drivers of change. Moreover, there are evidences suggesting that patterns of assemblage heterogeneity are conserved across the taxonomic hierarchy up to family level (Terlizzi *et al.*, 2009), which suggest a potential use of β -diversity as variation as indicator in cost-effective monitoring of marine communities, and open new possibilities for routine assessments of regional diversity.

Integrating species-accumulation curves and taxonomic surrogates for estimation of regional diversity - A species-accumulation curve (SAC) may represent a direct expression of β -diversity, the rate at which diversity increases from local to regional scale. As patterns of variation in β -diversity tend to be consistent across lower levels of the Linnaean taxonomic hierarchy, the logic of SACs can be combined with taxonomic surrogacy to provide a new approach for cost-effective and reliable estimates of γ -diversity (Terlizzi *et al.*, 2014). The approach both takes into account the spatial heterogeneity of species distributions within the sampled area and also exploits estimates of species-to-family ratios that are appropriately representative and derived from the specific area of interest. In this framework, a total-family curve is obtained for a region at the family level (Terlizzi *et al.*, 2014), using the full set of available sampling units. Next, a quantitative relationship between species-level and family-level richness is modeled using only a random subset of sampling units for which organisms have been identified at the species level. Finally, the species-level richness for the region is estimated by combining the estimated number of families and the estimated species-to-family ratio. The approach has been applied by to diverse marine molluscan assemblages from different biogeographical regions (Mediterranean Sea, Atlantic and Pacific Oceans) and habitat types, showing a substantial efficiency in sampling efforts, potentially reducing the number of sampling units in which organisms have to be identified at species level between 50 and 75%, while still allowing reliable estimates of regional species richness. This is of crucial importance to large-scale monitoring of biodiversity, which is often deemed impractical.

Conclusions - The use of higher taxa as surrogates for species does not actually imply the optimization of trade-offs between cost savings and the need for ecological information. It simply concerns the static grouping of organisms in taxa belonging to a single higher taxonomic level. This may lead to unnecessary loss of taxonomic details and, more importantly, may reduce the ability to infer about ecological processes underlying the observed patterns, which, in turn, are essential for defining effective environmental management and mitigation strategies. As tracking the links between phylogenetic, taxonomic, ecological and functional aspects of biodiversity represents one of the current major areas of intense activity in ecology, it is undeniable that we need taxonomy more than ever. Cost-effective approaches for quantifying biodiversity patterns should, and we demonstrated that they could, rely on excellent taxonomy.

References

- BEVILACQUA S., CLAUDET J., TERLIZZI A. (2013) - Best practicable aggregation of species (BestAgg): A novel framework for species surrogacy in environmental assessment and monitoring. *Ecol. Evol.*, **3**: 3780-3793.
- BEVILACQUA S., FRASCHETTI S., MUSCO L., TERLIZZI A. (2009) - Taxonomic sufficiency in the detection of natural and human-induced changes in marine assemblages: habitats and taxonomic groups compared. *Mar. Pollut. Bull.*, **58**: 1850-1859.

- BEVILACQUA S., PLICANTI A., SANDULLI R., TERLIZZI A. (2012c) - Measuring more of β -diversity: quantifying patterns of assemblage heterogeneity. An insight from marine benthic assemblages. *Ecol. Indic.*, **18**: 140-148.
- BEVILACQUA S., SANDULLI R., PLICANTI A., TERLIZZI A. (2012b) - Taxonomic distinctness and its relevance for environmental impact assessment. *Mar. Pollut. Bull.*, **64**: 1409-1416.
- BEVILACQUA S., TERLIZZI A., CLAUDET J., FRASCHETTI S., BOERO F. (2012a) - Taxonomic relatedness does not matter for species surrogacy in the assessment of community response to environmental drivers. *J. Appl. Ecol.*, **49**: 357-366.
- FRASCHETTI S., GUARNIERI G., BEVILACQUA S., TERLIZZI A., BOERO F. (2013) - Protection enhances community and habitat stability: evidence from a Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS ONE*, **8**: e81838.
- TERLIZZI A., ANDERSON M.J., BEVILACQUA S., FRASCHETTI S., WLODARSKA-KOWALCZUK M., ELLINGSEN K.E. (2009) - Beta diversity and taxonomic sufficiency: do higher-level taxa reflect heterogeneity in species composition? *Divers. Distrib.*, **15**: 450-458.
- TERLIZZI A., ANDERSON M.J., BEVILACQUA S., UGLAND K. (2014) - Species-accumulation curves and taxonomic surrogates: an integrated approach for estimation of regional species richness. *Divers. Distrib.*, **20**: 356-368.

M. BO, S. BAVA¹, S. CANESE², M. ANGIOLILLO², R. CATTANEO-VIETTI³,
F. BETTI¹, A. CAU⁴, G. BAVESTRELLO

Dipartimento per lo Studio del Territorio, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
marzia.bo@unige.it

¹Area Marina Protetta Isola di Bergeggi, Savona, Italia.

²ISPRA, Roma, Italia.

³DiSVA, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

⁴DiSVA, Università di Cagliari, Cagliari, Italia.

L'IMPATTO DELLA PESCA SULLE BIOCENOSI PROFONDE DI SUBSTRATO DURO DEI MARI ITALIANI

FISHING IMPACT ON DEEP ITALIAN ROCKY HABITATS

Abstract - Deep-water fishing activities are impacting deep-water habitats worldwide, yet the extent of the damage caused is mainly unseen and not quantified. Here, we used Remotely Operated Vehicle (ROV) surveys to assess the extent of fishing impacts on rocky substrata in 5 Italian regions between 50-300 m depth. Video analysis of the abundance and diversity of megafauna revealed communities dominated by arborescent cnidarian passive suspension feeders at all studied depth ranges. Between 3% and 62% of the video frames, showed clear impacts from lost debris, the majority of which ascribable to both professional and recreational fishing activities. The highest impact was reported in Liguria and Campania. The occurrence of fishing impact is generally correlated with the presence of entangled and overgrown corals. Broken coral colonies and strips where habitat-forming species were absent provided additional evidence of widespread fishing disturbance. These data put in evidence the widespread impact of fishing activities on benthic hard bottom communities and suggest the need of specific conservation measures in coastal and off-shore management plans at both local and national levels in order to protect unique ecosystems that are progressively disappearing even before being studied.

Key-words: fishing impact, deep rocky benthos, ROV-Imaging, Mediterranean Sea, conservation.

Introduzione - Gli effetti della pesca sulle comunità bentoniche rappresentano un problema di carattere mondiale. Tuttavia, mentre la maggior parte degli studi al riguardo si sono concentrati sui fondi mobili, solo poche informazioni sono disponibili sulle comunità di fondo duro, con l'eccezione di alcuni habitat prioritari come *seamount* e fondi a coralli bianchi (Tudela, 2000). In Mediterraneo, i fondi rocciosi profondi compresi tra 50 e 700 m di profondità, sebbene evitati dalla pesca a strascico, sono importanti siti di pesca professionale e ricreativa. Queste zone ospitano comunità bentoniche dominate da grandi antozoi coloniali sensibili all'impatto della pesca a causa del loro sviluppo arborescente e della loro attitudine a formare, in tempi molto lunghi, estese strutture tridimensionali assimilabili a scogliere coralline (per i coralli bianchi) o a foreste (per gorgonie e coralli neri) che attraggono una ricca fauna associata anche di elevato interesse commerciale (Cerrano *et al.*, 2010; Bo *et al.*, 2014). Gli attrezzi utilizzati (principalmente palamiti e reti) attuano una continua azione meccanica sui popolamenti che determina una progressiva ed estesa riduzione delle coperture ad antozoi dei fondali rocciosi con una sostanziale diminuzione dei livelli di biodiversità ed un radicale cambiamento della struttura e del funzionamento ecosistemico a favore di specie opportunistiche a crescita rapida, adattate a fondali più sedimentati o instabili (Bo *et al.*, 2014). I dati disponibili sul bycatch a coralli dovuto all'utilizzo di palamiti da orata nel Mar Egeo, indicano 30-130 colonie di corallo raccolte per pescatore per anno con un margine di variabilità dato dalla tipologia degli ami, dalla topografia del fondale e dalla forma e taglia delle diverse specie di coralli interessati (Mytilineou *et al.*, 2014). Vi sono poi notevoli impatti legati al parziale danneggiamento delle colonie dovuto allo sfregamento con reti o lenze

perse. Le lesioni tissutali favoriscono le infezioni da parte di batteri opportunisti e la formazione di agglomerati di epibionti che appesantendo le ramificazioni le portano alla rottura aumentando quindi la mortalità delle colonie (Bavestrello *et al.*, 1997). A causa della loro lentissima degradabilità (oltre 600 anni per il nylon), gli attrezzi persi possono persistere per lungo tempo accumulandosi nell'ambiente marino coprendo vaste porzioni di fondale e impedendo la ricolonizzazione dell'area. Scopo di questo lavoro è quello di dare un quadro generale dell'entità e dei tipi di impatto prodotti dagli attrezzi da pesca sulle biocenosi profonde (50-600 m) di fondo duro di diverse regioni italiane, prevalentemente tirreniche, attraverso l'analisi di immagine ROV.

Materiali e metodi - I dati sono stati raccolti tra il 2008 ed il 2013 attraverso 5 campagne ROV condotte a bordo della M/R Astrea (ISPRA) in 5 regioni italiane tra 50 e 600 m di profondità (Fig. 1). Allo scopo di caratterizzare le comunità a cnidari di ciascuna area è stato effettuato un *visual census* tramite il software ImageJ su circa 12.000 fotogrammi corrispondenti a oltre 24.000 m² di area rocciosa analizzata. Sono state poi valutate per tutte le aree la ricchezza specifica e la loro abbondanza (espressa in N° colonie m⁻²), la percentuale di fotogrammi impattati da attrezzi da pesca persi (IF), la percentuale dei diversi tipi di attrezzi (reti, lenze, altri attrezzi da pesca, spazzatura generica), e di coralli impattati (EC). Per alcuni siti di riferimento (Secca del Mantice e Banco di S. Lucia in Liguria, Banco Marco in Sicilia e Secca delle Vedove in Campania) sono state considerate anche l'influenza del range batimetrico, la quantità di attrezzi, la percentuale di fotogrammi mostranti colonie impattate e/o epibiontate. Sono inoltre state identificate le specie maggiormente impattate e la loro risposta al danno ed al ricoprimento di epibionti.

Risultati - Sono state contate oltre 55.000 colonie appartenenti a 22 specie di cnidari arborei strutturali (idrozoi, sclerattinie, gorgonie, zoantidei e coralli neri). Considerando i quattro siti di riferimento si osserva una significativa differenza delle comunità in termini di composizione specifica ed abbondanza in relazione al range batimetrico esplorato nonché alla topografia del fondale. Questi fattori influenzano la presenza di specie tipicamente superficiali (come molte gorgonie) o profonde (come coralli neri e madrepora), ma anche la presenza di specie a crescita rapida (su fondali instabili come cumuli di corallo morto) oppure estremamente longevi. L'analisi quantitativa dei fotogrammi impattati mostra significative differenze tra le aree di studio con la regione Liguria e la Campania caratterizzate da elevati livelli di impatto (percentuale media di fotogrammi impattati (IF) 36% e 35% rispettivamente), seguite da Calabria (17%), Sicilia (15%) ed infine dalla Sardegna (6%) (Fig. 1). Questa situazione può essere spiegata sia in termini di diverse tradizioni di pesca sia in termini di eterogeneità ed accessibilità dei fondali. Vi è inoltre un netto decremento dell'impatto allontanandosi dalla costa verso il largo considerando che le secche più costiere sono oggetto di pesca sia da parte dei pescatori professionali che ricreativi. Tra i siti studiati meno impattati vi è, per esempio, il Seamount Vercelli localizzato a oltre 60 miglia nautiche dalle coste.

Tra le specie più impattate si trovano quelle con colonie arboree di taglia media-grande, con scheletro flessibile, che rimangono facilmente impigliate, ma difficilmente si spezzano. È molto più probabile che queste colonie vengano invece sradicate di netto come dimostrano alcuni siti liguri e campani nei quali le foreste sono pressoché scomparse. In effetti la presenza di colonie isolate e danneggiate di una specie che generalmente forma dense popolazioni (come *Leiopathes glaberrima*) possono essere considerate tracce di una foresta perduta. Alcune specie, come *Callogorgia verticillata*, sono soggette ad una grande vulnerabilità a causa della fragilità del loro scheletro che si spezza facilmente come mostra il confronto morfometrico

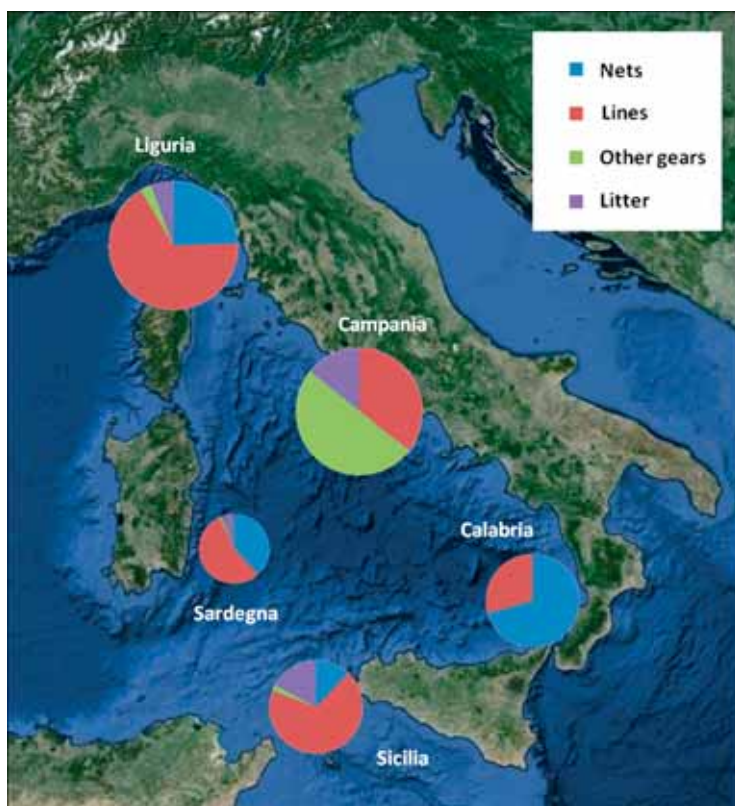


Fig. 1 - Percentuale di fotogrammi di fondo roccioso mostranti attrezzi persi e categorie di attrezzi.
 Percentage of frames of rocky bottom showing lost gears and categories of debris.

tra esemplari misurati in aree a diversa entità di impatto (il rapporto dimensionale altezza/larghezza si dimezza). Tra gli organismi a scheletro carbonatico, quelli con ramificazioni spesse come *Dendrophyllia cornigera* vengono spesso sradicati mentre le sottili colonie di *Madrepora oculata* sono frequentemente frantumate. La presenza di queste specie anche su fondali pianeggianti le rende inoltre particolarmente suscettibili anche all'impatto accidentale dello strascico che le sposta e le accumula sul fondale, insabbiandole parzialmente. Infine in alcuni siti fortemente impattati vi è un'alta percentuale di colonie (non necessariamente impattate) coperte da epibionti a crescita rapida e sviluppo incrostante. Sebbene questi organismi opportunisti possano essere naturalmente presenti, le elevate frequenze suggeriscono un generale stato di stress della comunità.

Conclusioni - Negli ultimi anni, l'esplorazione dei fondali profondi attuata tramite ROV, ha portato alla luce un serio ed esteso problema di impatto degli attrezzi da pesca sulle comunità bentoniche. Alcune biocenosi, come quella caratterizzata dalla gorgonia *Isidella elongata*, una volta ampiamente diffuse sui fanghi batiali possono ormai considerarsi quasi completamente scomparse e confinate solo in zone di rifugio rese impervie dalla topografia del fondale. I dati di questo lavoro suggeriscono che anche sui fondi duri, specialmente in zone tradizionalmente molto sfruttate, è ormai

altamente probabile che non vi siano più foreste pristine e ciò che osserviamo sia in realtà il risultato di una notevole diminuzione dei loro limiti geografici e batimetrici. La percentuale dei fotogrammi nei filmati ROV che presentano tracce di attrezzi persi è un indicatore oggettivo che permette di confrontare l'impatto della pesca in aree diverse (Bo *et al.*, 2014). Come evidenziato da altri studi simili, anche nel Tirreno la maggior parte dell'impatto è ascrivibile alle lenze che contribuiscono per quasi il 90%. Questa problematica non è circoscritta alla sola pesca professionale, ma anche ai pescatori ricreativi e ciò accresce la difficoltà nell'avere prospettive concrete di attuazione di politiche di gestione attraverso una regolamentazione della pesca. Tra gli altri fattori da tenere in considerazione abbiamo la distanza del sito dalla costa e la sua profondità che ovviamente influiscono sia sulla composizione delle comunità sia sullo sforzo di pesca (Bo *et al.*, 2014). I dati presentati dimostrano che sarà necessario attuare una tempestiva politica di gestione della pesca che tenga conto della conoscenza degli ecosistemi profondi e delle caratteristiche delle specie che li popolano. In questo senso sarà indispensabile promuovere un censimento dei fondali marini profondi allo scopo di individuare le situazioni critiche e definire aree di protezione del largo soggette a rigide restrizioni delle attività di pesca. Questo approccio è ormai una priorità internazionale che va di pari passo con l'inclusione delle specie di antozoi strutturanti nelle liste di protezione.

Bibliografia

- BAVESTRELLO G., CERRANO C., ZANZI D., CATTANEO-VIETTI R. (1997) - Damage by fishing activities to the gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea. *Aquat. Conserv.*, **7**: 253-262.
- BO M., BAVA S., CANESE S., ANGIOLILLO M., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G. (2014) - Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biol. Conserv.*, **171**: 167-176.
- CERRANO C., DANOVARO R., GAMBI C., PUSCEDDU A., RIVA A., SCHIAPARELLI S. (2010) - Gold coral (*Savalia savaglia*) and gorgonian forests enhance benthic biodiversity and ecosystem functioning in the mesophotic zone. *Biodivers. Conserv.*, **19**: 153-167.
- MYTILINEOU C., SMITH C.J., ANASTASOPOULOU A., PAPADOPOULOU K.N., CHRISTIDIS G., BEKAS P., KAVADAS S., DOKOS J. (2014) - New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: Results from experimental long line fishing. *Deep-Sea Res. Pt II*, **99**: 146-157.
- TUDELA S. (2000) - *Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: An analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats*. FAO Fisheries Department (EP/INT/759/GEF). Studies and Reviews.

A. BUOSI, C. FACCA, A. SFRISO

Department of Environmental Sciences, Informatics & Statistics (DAIS), Università Ca' Foscari di Venezia,
Calle Larga S. Marta, 2137 – 30123 Venezia, Italia.
alessandro.buosi@unive.it

TROPHIC STATE AND ECOLOGICAL STATUS ASSESSMENT BY THE APPLICATION OF THE CARLIT INDEX IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA

STATO TROFICO E DETERMINAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEL MAR ADRIATICO SETTENTRIONALE TRAMITE L'APPLICAZIONE DELL'INDICE CARLIT

Abstract - The Northern Adriatic Sea is one of the most productive regions in the Mediterranean Sea and is strongly influenced by many river inputs. Out of them the Po River is the major source of freshwater and nutrients for this coastal area. The aim of this contribution was to assess the Ecological Status of these marine-coastal areas through the determination of some trophic parameters of the water column and the application of the CARLIT index according to the requirements of the WFD (2000/60/EC). Results show a great accordance in the Ecological Status assessment which was mainly influenced by the concentration of nutrients and the variation of salinity and pH.

Key-words: macrophytobenthos, environmental assessment, nutrients, CARLIT, Adriatic Sea.

Introduction - The Northern Adriatic Sea is a shallow (average depth 35 m) and semi-enclosed marine basin considered one of the most productive regions of the Mediterranean Sea. Chemical and biological processes, in this sea, result from the concurrence of different forcing factors such as the general cyclonic (from eastern to western) circulation, weather conditions, the alternation between summer stratification and winter mixing, river discharges, diffuse and point-source continental inputs, sediment-water interactions and several biological processes (Lipizer *et al.*, 2012). In recent years, many studies have demonstrated that the northernmost part of the Adriatic Sea is strongly influenced by river inputs. In the past, nutrient loads from river discharges have caused increasing problems of eutrophication on the coastal zone, causing recurrent dinoflagellate blooms and hypoxia in the deeper water (Sellner and Fonda Umani, 1999). Benthic macrophytes, that have sedentary condition, integrate the effects of long-term exposure to nutrients or other pollutants resulting in a change of the species composition. Therefore, these organisms are considered good indicators of the Ecological Status (ES) of coastal waters, as indicated in the European Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC). The CARLIT index, based on the Cartography of Littoral Community assemblages (Ballesteros *et al.*, 2007 and successive other papers: Mangialajo *et al.*, 2007; Nikolić *et al.*, 2013; Bermejo *et al.*, 2013), integrated by Sfriso and Facca (2011) for the artificial substrata and the sandy shoreline, employs macrophytes as a key biological element for the evaluations of the ES of the coastal marine environments. This contribution aims at comparing the trophic status of the water column of the marine-coastal areas of the north Adriatic Sea and the ES assessment provided by the application of the CARLIT index supplying a further validation of this index including the integration for the artificial substrata and sandy shoreline.

Materials and methods - Macrophyte associations were monitored by means of the visual census technique in 14 zones along the coastal areas of the northern Adriatic Sea. From West to East, they are: Barricata, Albarella, Isola Verde,

Pellestrina, Lido, Punta Sabbioni, Jesolo, Porto Santa Margherita (PSM), Caorle, Bibione, Sistiana, Miramare, Muggia and Savudrija (Croatia) (Fig. 1). Environmental data of the water column have been freely downloaded from the website Si.Dir.Mar. of the Italian Ministry for the Environment (<http://www.sidimar.tutelamare.it/>) The stations were monthly collected from 2002 to 2009 in transects with two stations at 500 and 3000 m from the shores during the institutional activities of Italian regional agencies for the environment (ARPA) (Fig. 1). The study area included the northern part of the Adriatic Sea, from the Friuli Venezia-Giulia to the Emilia-Romagna. The considered parameters were: salinity, oxygen saturation (DO), pH, chlorophyll-*a* (Chl-*a*) and the dissolved nutrient concentrations: reactive phosphorus, DIN (sum of nitrates, nitrites and ammonium) and silicates. Except Savudrija (CARLIT) and P. Buso (Si.Dir.Mar), the CARLIT zones correspond with the monitoring area Si.Dir.Mar (Fig. 1).

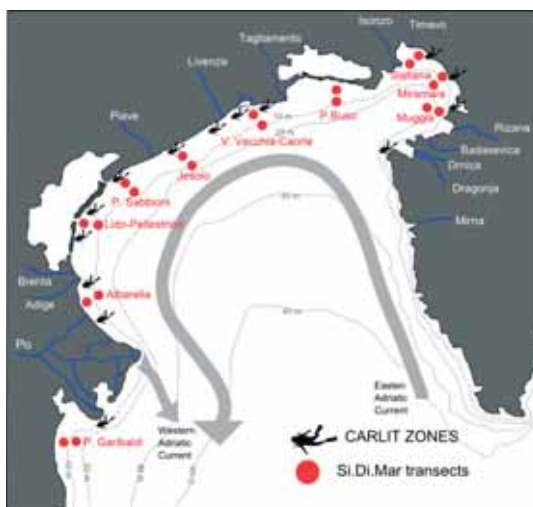


Fig. 1 - The Northern Adriatic Sea.

Mar Adriatico settentrionale.

Results - The values obtained by the CARLIT index allowed distinguishing the different ES within the northern Adriatic coastal areas (Tab. 1). In particular, Barricata, Albarella and Isola Verde, influenced by the rivers: Po, Adige and Brenta, had a “Bad” ES (average EQR: 0.11), while Pellestrina and Lido, located in front of the Venice lagoon, were classified as “Moderate” (average EQR: 0.45). In the middle area, between Punta Sabbioni and Bibione, the ES was again “Bad” (average EQR: 0.21). Moving eastward, from Sistiana to Savudrija, where the coast is rocky, the ES improved to “Moderate” and “High” (averagely “Good” EQR: 0.65). With regard to the water column, the study areas showed an average pH of 8.13 ± 0.6 and 8.19 ± 0.1 at 500 and at 3000 m from the coast, respectively. In all the stations, the %DO was 99.7 ± 12.9 . The median value of salinity varied from 37.4 psu at Muggia to 30.7 psu at P. Garibaldi and Albarella (Fig. 2). The concentration of DIN, RP, silicates and Chl-*a* were higher in the Po Delta areas (P. Garibaldi and Rosolina) than in the coasts of the Gulf of Trieste and Croatia (Fig. 2). In particular, the higher median values of Chl-*a* ($4.00 \mu\text{M}$), DIN ($30.6 \mu\text{M}$) and silicates ($16.6 \mu\text{M}$) were recorded at Barricata whereas the highest median values of RP ($0.15 \mu\text{M}$) were recorded at Albarella. In these coastal areas, where the ES was “Bad”,

Tab. 1 - CARLIT: Ecological Quality Ratio (EQR) and Ecological Status (ES).

CARLIT: Fattore di Qualità Ecologica (EQR) e Stato Ecologico (ES).

Stations	EQR	ES
Barricata	0.15	Bad
Albarella	0.05	Bad
Isola Verde	0.15	Bad
Pellestrina	0.45	Moderate
Lido	0.45	Moderate
P. Sabbioni	0.25	Poor
Jesolo	0.23	Bad
PSM	0.21	Bad
Caorle	0.22	Bad
Bibione	0.20	Bad
Sistiana	0.49	Moderate
Miramare	0.60	Good
Muggia	0.67	Good
Savudrija	0.85	High

macrophyte biodiversity was low and the recorded species were only thionitrophilic and opportunistic taxa. This area is located in front of the Po Delta, which is the major source of freshwater and nutrient inputs.

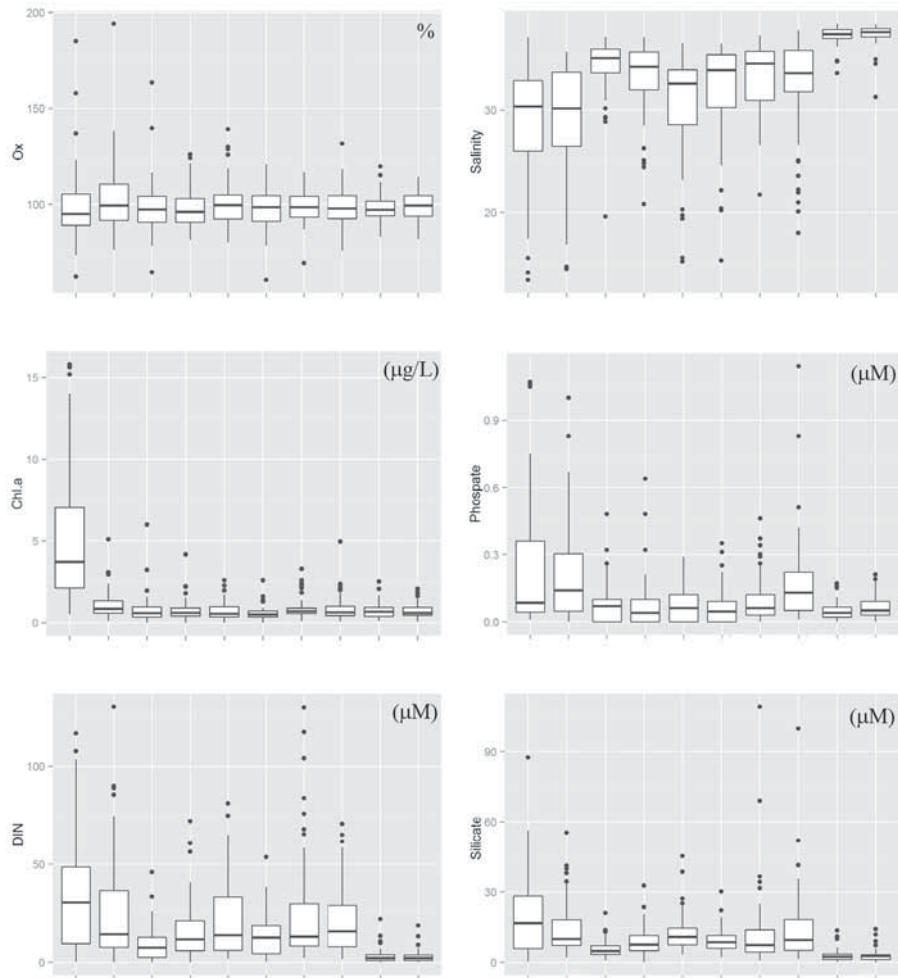


Fig. 2 - Box plot (I quartile, median, III quartile outlier) of salinity, Chl-*a*; RP, DIN, silicates (µM) in transect (from left to right: P. Garibaldi, Albarella, Lido-Pellestrina, P. Sabbioni, Jesolo, V. Vecchia-Caorle, P. Buso, Sistiana, Miramare and Muggia).

Box Plot (I quartile, mediana, III quartile e outlier) di salinità, Chl-a, RP, DIN, silicati (µM) nei transesti (da sinistra a destra: P. Garibaldi, Albarella, Lido-Pellestrina, P. Sabbioni, Jesolo, V. Vecchia-Caorle, P. Buso, Sistiana, Miramare e Muggia).

Lido and Pellestrina exhibited a “Moderate” ES, in fact these stations were characterized by low nutrient concentrations, probably due to the long breakwater jetties which divert the river contamination offshore. In the middle part of northern Adriatic Sea, nutrient concentrations increased and salinity was variable. The several rivers (Piave, Sile, Livenza and Tagliamento) that flow into in this coastal area, negatively influenced the environmental parameters of the water column and, as a

consequence, the ES was again “Bad”. From Duino-Sistiana, where the coast becomes rocky, there is only one river (Isonzo) and the ES increased to “Moderate” (Sistiana) and “Good” (Miramare). At Muggia and Savudrija, where was also present the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, the concentration of DIN (2.2 μM), RP (0.5 μM), Silicates (2.2 μM) and Chl-*a* (0.6 μM) were lower whereas salinity increased up to 37.3 psu. The CARLIT index assessed Muggia and Savudrija at “Good” and “High” ES, respectively.

Conclusions - The relations between environmental parameters and CARLIT results showed that the areas where there were high nutrient concentrations and salinity-pH variables, the Ecological Status was compromised. These coastal areas, with sandy substrate, are affected by the fresh water of the rivers that alter physical-chemical and biological parameters. As reported by Cozzi and Giani (2011), the rivers with greater runoff were Po (2004-2007 average 67.6 $\text{Km}^3 \text{yr}^{-1}$), Adige (2004-2007 average 9.85 $\text{Km}^3 \text{yr}^{-1}$), Brenta (2004-2007 average 6.07 $\text{Km}^3 \text{yr}^{-1}$ and Tagliamento (2004-2007 average 5.73 $\text{Km}^3 \text{yr}^{-1}$). In fact, the species that colonized the coastal areas near these rivers mouths were thionitrophilic and opportunistic, (i.e. Ulvaceae and Gracilariaceae) and the Ecological Status was Bad. Whereas in the eastern sea, where the coastline is rocky and there are not major river inputs (2004-2007 average runoff of Timavo, Rizana, Badasevica, Drnica, Dragoja and Mirna was only 0.43 $\text{Km}^3 \text{yr}^{-1}$ by Cozzi and Giani, 2011), were present many highly sensitive taxa and the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. In conclusion, the data of the environmental parameters of the water column, in particular the concentration of nutrients, are strongly correlated with the Ecological status (by CARLIT Index) of different areas in the Northern Adriatic Sea.

References

- BALLESTEROS E., TORRAS X., PINEDO S., GARCIA M., MANGIALAJO L., DE TORRES M. (2007) - A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, **55**: 172-180.
- BERMEJO R., DE LA FUENTE G., HERNÁNDEZ I.V. (2013) - Application of the CARLIT index along a biogeographical gradient in the Alboran Sea (European Coast). *Mar. Poll. Bull.*, **72** (1): 107-118.
- COZZI S., GIANI M. (2011) - River water and nutrient discharges in the Northern Adriatic Sea: Current importance and long term changes. *Cont. Shelf Res.*, **31**: 1881-1893.
- LIPIZER M., DE VITTOR C., FALCONI C., COMICI C., TAMBERLICH F., GIANI M. (2012) - Effects of intense physical and biological forcing factor on CNP pools in costal water (Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea). *Estuar. Coast Shelf Sci.*, **115**: 40-50.
- MANGIALAJO L., RUGGIERI N., ASNAGHI V., CHIANTORE M.C., POVERO P., CATTANEO-VIETTI R. (2007) - Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanization and the importance of proper reference sites. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 30-41.
- NIKOLIĆ V., ŽULJEVIĆ A., MANGIALAJO L., ANTOLIĆ B., KUŠPILIĆ G., BALLESTEROS E. (2013) - Cartography of littoral rocky-shore communities (CARLIT) as a tool for ecological quality assessment of coastal waters in the Eastern Adriatic Sea. *Ecol. Indic.*, **34**: 87-93.
- SELLNER K.G., FONDA UMANI S. (1999) - Dinoflagellate blooms and mucilage production. In: Malone T.C., Malej A., Harding Jr., L.W., Smolaka N., Turner R.E. (eds), *Ecosystems at the land-sea margin-drainage basin to coastal sea. Coast. Estuar. Stud.*, **55**: 173-206.
- SFRISO A., FACCA C. (2011) - Macrophytes in the antropic constructions of Venice littorals and their ecological assessment by integrations of the “CARLIT” index. *Ecol. Indic.*, **11**: 772-781.

S. COLLA, F. PRANOVI

CEMAS, Center for Estuarine and coastal Marine Sciences, Dip. di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Castello, 2737/B - 30120 Venezia, Italia.
slvcolla@gmail.com

ANALISI COMPARATIVA DI INDICATORI DI DIVERSITÀ APPLICATI ALLA COMUNITÀ MACROBENTONICA DELLA LAGUNA DI VENEZIA

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIVERSITY INDICATORS APPLIED TO THE MACROBENTHIC COMMUNITY IN THE VENICE LAGOON

Abstract - Within the context of the recent EC Directives implementation a crucial role will be played by the adopted indicators and their capability to capture community modifications. A comparative analysis of three groups of diversity indicators (classic, taxonomic and trophic) has been carried out by using an experimental approach, in different conditions of disturbance magnitude, following the recovery trajectory of a benthic community in the Venice lagoon. Classic diversity indicators, namely abundance, specific richness and Shannon index, revealed to be able to well describe the temporal dynamics after the disturbance. The taxonomic index (Δ^*), instead, revealed to be unsuitable for this kind of disturbance, and finally the mean trophic level showed to be able to drive complementary information about the state of the community.

Key-words: macrobenthic community, diversity indicators, experimental disturbance, recovery dynamics, Venice lagoon.

Introduzione - Nell'ambito della gestione degli ecosistemi marini, in particolare degli ambienti di transizione, e dell'implementazione delle recenti Direttive Europee (Direttiva Acque - WFD - e Strategia Marina - MSFD - ad esempio), assume un ruolo chiave la comprensione di come gli indicatori utilizzati rispondano sia alle diverse tipologie di disturbo (causa), che alle sue caratteristiche intrinseche (intensità, frequenza, durata, ecc.) (Verissimo *et al.*, 2012). Tutto ciò, infatti, è alla base sia del successo di eventuali strategie gestionali, ma soprattutto delle attività di monitoraggio, volte a verificare il reale raggiungimento degli obiettivi prefissati. In relazione al fatto che i macroinvertebrati marini giocano un ruolo fondamentale nel determinare la struttura ed il funzionamento del comparto bentonico ed inoltre spesso mostrano risposte ben definite alle variazioni ambientali, in particolare a quegli stressori che influenzano la struttura del sedimento, la chimica e la sua qualità, essi sono da lungo tempo considerati ottimi candidati per lo studio degli impatti. In questo contesto, lo studio della comunità macrozoobentonica risulta di fondamentale importanza, in quanto indicata come uno degli elementi di qualità sui quali basare la determinazione dello stato ecologico dei sistemi marino-costieri (Quintino *et al.*, 2006). Nel presente lavoro, utilizzando un approccio di tipo sperimentale, si è analizzata in termini comparativi la capacità di alcuni indicatori di diversità di cogliere le variazioni strutturali di una comunità macrozoobentonica sottoposta ad un disturbo di tipo *pulse*. L'analisi è stata condotta seguendo le dinamiche temporali di recupero, a seguito di due diverse intensità di disturbo.

Materiali e metodi - I dati utilizzati per le analisi sono relativi ad una serie di campionamenti effettuati su un bassofondo lagunare, ubicato a N-E di Venezia. L'area di indagine è stata preliminarmente suddivisa in tre corridoi di campionamento (80×5 m distanziati di circa 25 m l'uno dall'altro), due interessati da diversi livelli di impatto (basso = singolo, elevato = multiplo) e uno di controllo (non sottoposto a disturbo, nel quale seguire l'evoluzione stagionale della comunità). Per simulare il

disturbo, è stata utilizzata una “rusca”, attrezzo a bocca rigida usato in laguna per la raccolta meccanica delle vongole filippine, in grado di produrre una parziale o totale rimozione dei primi centimetri di sedimento (Pranovi *et al.*, 2004). All’inizio dell’esperimento (febbraio), ciascuno dei due corridoi è stato sottoposto ad un’azione di pesca, concretizzandosi in un singolo e in nove passaggi ripetuti, rispettivamente nel corridoio Singolo e Multiplo (trattamenti). Come effetto del trattamento, si è potuta rilevare la presenza di un solco largo circa 50 cm e profondo 7-10 cm nel corridoio Singolo, e di uno largo circa 170 cm e profondo 10-15 cm nel corridoio Multiplo. I campioni (5 repliche per stazione) sono stati raccolti, mediante box corer manuale, nei tre corridoi, immediatamente dopo il disturbo ed a 1, 7, 15, 30, 60 e 90 giorni dall’evento. Per la descrizione della comunità e delle possibili variazioni nel tempo, sono state applicate diverse tipologie di indicatori: descrittori semplici, quali l’abbondanza totale (Nr. ind.) e la ricchezza specifica (Nr. sp.), indicatori classici di diversità, quale l’indice di Shannon (H'), indici tassonomici, quale l’Average taxonomic distinctness (Δ^+) che misura la distanza tra le specie in termini di differenze tassonomiche (Clarke e Warwick, 1998), nonché un indicatore come il mean Trophic Level (mTL), che, pesando il livello trofico per l’abbondanza relativa, tiene in considerazione la diversità in termini trofici (diversità verticale, *sensu* Duffy *et al.*, 2007). Per valutare la significatività delle variazioni osservate, si è applicata una Permutational Analysis of Variance (PERMANOVA), mediante il software PRIMER 6.

Risultati - In generale, gli indici ‘classici’ di diversità mostrano tutti un pattern simile, caratterizzato da una prima riduzione, registrata immediatamente dopo l’evento di disturbo, un’ulteriore diminuzione dopo 7 giorni e poi un trend di ripresa culminante, dopo 3 mesi, con valori spesso simili a quelli registrati nel controllo, almeno per quanto riguarda il corridoio singolo (Fig. 1). Nel caso della ricchezza specifica e dell’indice di Shannon, immediatamente dopo il disturbo, le differenze tra trattamenti e controllo non risultano significative (Tab. 1). Per tutti gli indici, i valori del trattamento multiplo, risultano inferiori a quelli del trattamento singolo. Infine, a tre mesi dal disturbo, si rilevano ancora differenze significative rispetto al controllo in tutti e tre gli indici per il trattamento multiplo, mentre solo nell’indice di Shannon per il trattamento singolo (Tab. 1).

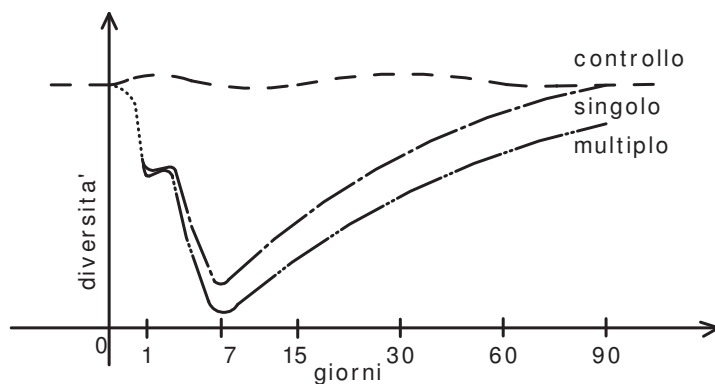


Fig. 1 - Pattern generale dell’andamento temporale degli indici di diversità (asse x non in scala).

General pattern recorded for the diversity indices temporal trend (x axis not in scale).

L’indice tassonomico Δ^+ , invece, non mostra significative variazioni temporali (solo immediatamente dopo il disturbo si ha una differenza significativa tra multiplo

e controllo), ma piuttosto delle fluttuazioni entro un range di valori ristretto, senza l'evidenza di un chiaro pattern temporale. In relazione al mTL, il pattern risulta piuttosto diverso da quello degli altri indici, in questo caso, infatti, immediatamente dopo il disturbo e fino a 7 giorni dopo, i valori si mantengono simili, se non addirittura superiori, a quelli del controllo, mentre il valore minimo si registra dopo 15 giorni. Dopo tre mesi il trattamento multiplo evidenzia ancora la presenza di differenze significative rispetto al controllo (Tab. 1).

Tab. 1 - Principali caratteristiche del trend temporale di ciascun indice; S=singolo, M=multiplo, *statisticamente significativo, - non significativo.

*Main features of the temporal trend for each index; S=low disturbance, M=high disturbance, *statistically significant, - not significant.*

Indice	Picco negativo		Confronto con C a t_0		Recupero completo a t_{90}	
	S	M	S	M	S	M
Nr ind.	t_7	t_7	*	*	-	*
Nr. Sp.	t_7	t_7	-	-	-	*
H'	t_7	t_7	-	-	*	*
D+	-	-	-	*	-	-
mTL	t_{15}	t_{15}	*	-	-	*

Conclusioni - Lo studio è stato condotto utilizzando l'attrezzo tipico di quella che, in tempi recenti, è stata una delle (se non la principale) fonti di disturbo della comunità bentonica della laguna di Venezia, cioè la raccolta meccanica delle vongole filippine. Questo tipo di disturbo agisce da un lato, defaunando parzialmente la comunità, mediante sottrazione o dislocamento diretto degli organismi; dall'altro, modificando la struttura fisica dell'habitat bentonico, mediante la risospensione dei primi strati di sedimento e la conseguente modifica della sua tessitura (Badino *et al.*, 2004). La combinazione di queste due componenti, si realizza nel definire il pattern temporale evidenziato dagli indici di diversità. L'effetto meccanico immediato comporta, infatti, un asporto diretto o un dislocamento degli organismi, vagili e fossori, alcuni dei quali vengono immediatamente uccisi o, se danneggiati, successivamente predati. Il successivo declino della comunità, invece, può essere spiegato in termini di effetto ritardato, mediato dall'habitat che perde parte delle sue caratteristiche e diviene quindi inadatto per molte specie, e dallo spostamento degli individui appartenenti a specie opportuniste e/o spazzine (scavengers) che erano state attratte nell'area disturbata dalla presenza di risorse alimentari. La presenza di queste specie, il cui ruolo è ampiamente descritto in letteratura, proprio in relazione a fenomeni di disturbo legati ad attività di pesca (Pranovi *et al.*, 2004), è rilevabile mediante il mTL, in quanto sono quelle che contribuiscono, occupando una posizione trofica elevata, a mantenere alto il valore dell'indice nei primi giorni dopo il disturbo. In generale, tutti gli indicatori applicati hanno mostrato una stretta dipendenza dall'intensità del disturbo, con valori di diversità, registrati nel trattamento multiplo, sempre inferiori a quelli del trattamento singolo. In relazione alla situazione raggiunta alla fine dell'esperimento dalla comunità macrobentonica trattata, si evidenziano, invece, delle differenze. Alcuni indicatori, quali l'abbondanza e la ricchezza specifica, mostrano, infatti, un pieno recupero, con valori del tutto simili al controllo, nel trattamento singolo, mentre l'indice di Shannon rimane significativamente inferiore. Nel caso del trattamento multiplo, invece, tutti gli indicatori di diversità evidenziano sempre un mancato recupero.

Tutto ciò mostra, ancora una volta, l'elevato livello di disturbo cui sono sottoposte le comunità di fondo in aree soggette ad attività di raccolta meccanica delle vongole filippine nella laguna di Venezia. Tre mesi non sono sufficienti ad un completo ripristino delle condizioni strutturali iniziali. Considerando l'elevata pressione cui le zone di pesca sono soggette, è facile immaginare che il continuo reiterarsi del disturbo possa produrre una semplificazione ed omogeneizzazione della comunità stessa. Dal punto di vista degli indicatori, invece, si evidenzia un buon potere risolutivo da parte degli indicatori classici di diversità, che sono risultati in grado di cogliere adeguatamente le modificazioni della comunità, pur con delle differenze. Per quanto attiene gli indicatori di diversità tassonomica, invece, Δ^+ non si è dimostrato un buon descrittore. Ciò potrebbe essere dovuto da un lato al tipo di disturbo, che agisce in modo assai poco selettivo, dall'altro al tipo di comunità, di per sé piuttosto semplificata, trattandosi di un ambiente lagunare. Situazione diversa, invece, per quanto riguarda la diversità trofica, mTL, che ha evidenziato una buona capacità di cogliere le variazioni della diversità verticale. Infine, è interessante notare che il pattern temporale evidenziato in questo caso, sia solo parzialmente sovrapponibile con quello degli altri indici. Tutto ciò evidenzia la complementarità delle due tipologie, capaci di cogliere l'una aspetti più strutturali, l'altra di integrare anche alcuni elementi di funzionalità. Comprendere quale sia il tipo di risposta e la sensibilità di un indicatore alle diverse tipologie di disturbo, è uno degli elementi chiave per l'implementazione di efficaci misure gestionali. I risultati qui riportati potrebbero trovare utilizzo, ad esempio, nel contesto dell'applicazione della WFD in laguna di Venezia, dove la tipologia di disturbo analizzato risulta tuttora piuttosto diffusa.

Bibliografia

- BADINO G., BONA F., MAFFIOTTI A., GIOVANARDI O., PRANOVI F. (2004) - Impact of mechanical clam harvesting on benthic habitat: an evaluation by means of Sediment Profile Imaging. *Aquat. Conserv.*, **14**: 59-67.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1998) - A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.*, **35**: 523-531.
- DUFFY J.E., CARDINALE B.J., FRANCE K.E., MCINTYRE P.B., THÉBAULT E., LOREAU M. (2007) - The functional role of biodiversity in ecosystems: incorporating trophic complexity. *Ecol. Lett.*, **10**: 522-538.
- PRANOVI F., DA PONTE F., RAICEVICH S., GIOVANARDI O. (2004) - A multidisciplinary study of the immediate effects of mechanical clam-harvesting in the Venice Lagoon. *ICES J. Mar. Sci.*, **61**: 43-52.
- QUINTINO V., ELLIOTT M., RODRIGUES A.M. (2006) - The derivation, performance and role of univariate and multivariate indicators of benthic change: Case studies at differing spatial scales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **300**: 368-382.
- VERÍSSIMO H., NETO J.N., TEIXEIRA H., FRANCO J.N., FATH B.D., MARQUES J.C., PATRÍCIO J. (2012) - Ability of benthic indicators to assess ecological quality in estuaries following management. *Ecol. Indic.*, **19**: 130-143.

A. COSSU, M. DE LUCA

Dipartimento di Architettura, Design, Urbanistica, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 – 07100 Sassari, Italia.
acossu@uniss.it

**DISTRIBUZIONE DI *PATELLA FERRUGINEA* GMELIN, 1791
NELLE “NO ENTRY-ZONE” E NELLE ZONE DI FRUIZIONE
PARZIALE DELL’AMP DELL’ISOLA DELL’ASINARA**

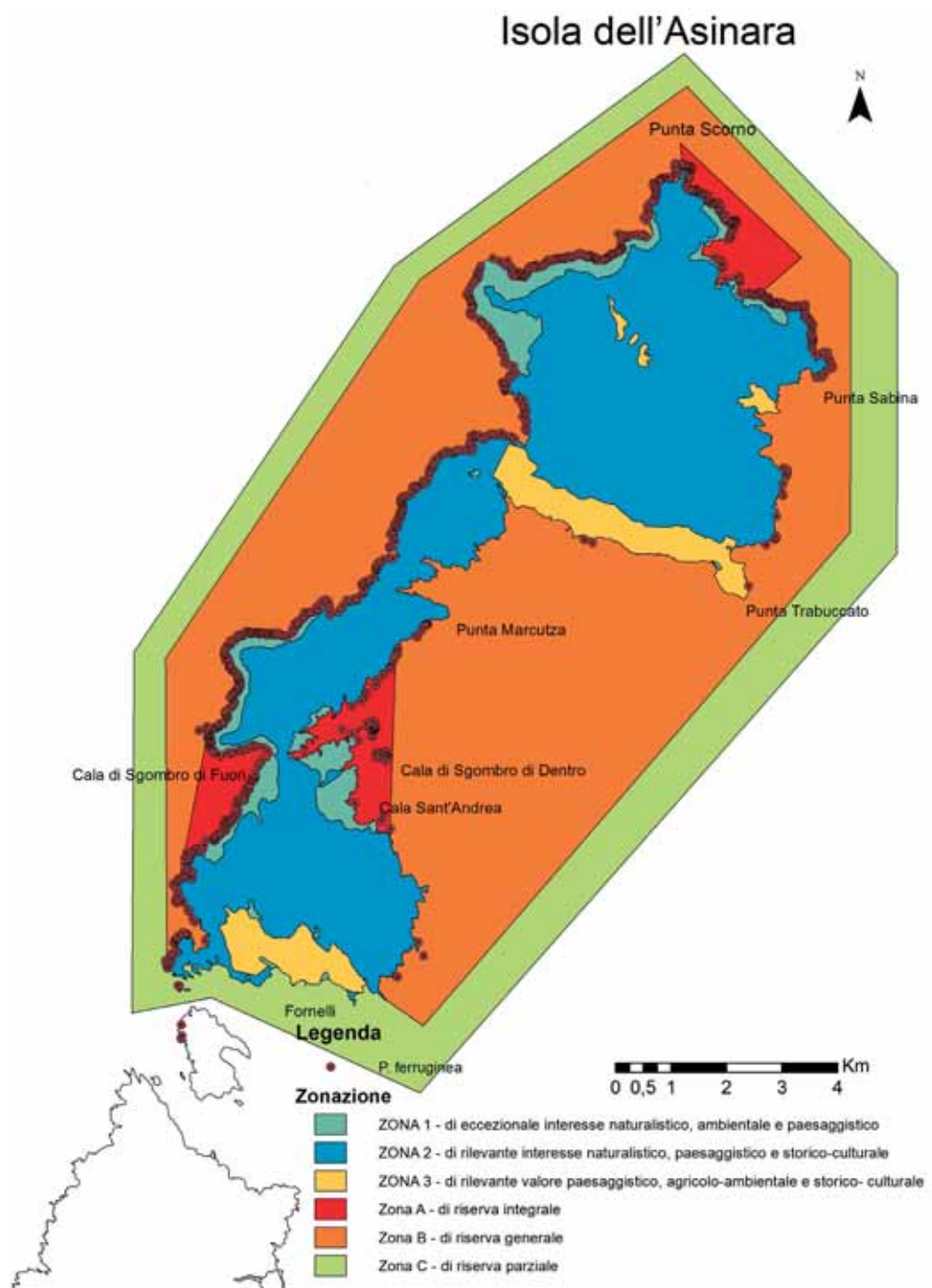
***DISTRIBUTION OF PATELLA FERRUGINEA GMELIN, 1791
IN “NO ENTRY-ZONE” AND AREAS OF PARTIAL USE
IN THE MPA ASINARA ISLAND***

Abstract - The endemic limpet *Patella ferruginea* (Mollusca, Gastropoda) is the most endangered invertebrate in the Mediterranean Sea. Our study estimated the limpet distribution in the Marine Protected Area of “Isola dell’Asinara” (western Sardinia, Italy). During the summer 2013, we carried out a systematic census along a 110 km perimeter of coast in the “no entry” zones and in the partial use area to assess its density, spatial distribution, and morphometric characteristics. Our objective was to deliver a detailed map of the distribution of *P. ferruginea* and to investigate the effects of restrictions and wave exposure of the coast on its occurrence.

Key-words: limpet, macrobenthos, conservation, *Patella ferruginea*, Sardinian Sea.

Introduzione - *Patella ferruginea* è uno dei più grandi gasteropodi marini mediterranei e per le sue considerevoli dimensioni (9-10 cm) viene anche chiamata *patella gigante*. Endemica del Mediterraneo occidentale, è attualmente considerata l’invertebrato più a rischio di estinzione di tutto il bacino; è protetta dalla Direttiva 92/43 CEE “Habitat” (allegato IV) e dalle convenzioni di Berna e Barcellona. Mostra due morfotipi: *lamarcki* e *rouxi* (Porcheddu e Milella, 1991); il primo è caratterizzato da coste molto marcate e una conchiglia molto appiattita, mentre la seconda presenta coste meno profonde e una conchiglia con cuspidi più accentuata. Il presente studio ha esaminato la popolazione dell’Isola dell’Asinara nell’estate del 2013. Il censimento sistematico è stato eseguito sull’intero del perimetro di costa (110 km) (Fig. 1) per valutare, distribuzione, densità e le relazioni tra caratteristiche morfologiche ed alcuni fattori ecologici sia nelle zone di protezione integrale sia di fruizione parziale. Ulteriori obiettivi sono stati quelli di fornire una mappa dettagliata su base GIS del popolamento alla AMP dell’Isola dell’Asinara e di valutare la presenza di un eventuale prelievo.

Materiali e metodi - Le attività di monitoraggio sono state svolte da due operatori che hanno effettuato i controlli con un gommone di piccole dimensioni; dopo aver fotografato l’esemplare, con il calibro nonio si sono misurati i parametri biometrici lunghezza, larghezza e altezza della conchiglia; sono state rilevate inoltre il punto geografico (GPS differenziale), la litologia, la morfologia costiera e l’esposizione. Gli esemplari con lunghezza inferiore a 4 cm non sono stati censiti, in quanto lo studio è stato focalizzato sugli individui di maggiori dimensioni (generalmente femmine), la cui raccolta risulta particolarmente dannosa per la stabilità della popolazione. La specie è, infatti, proterandrica; fino a 2,5-3 cm di lunghezza è nello stadio giovanile non ancora fertile; da 3 a 4-6 cm è maschile fertile, oltre 4-6 cm è femminile (Guerra-García *et al.*, 2004). Per il confronto tra i campioni sulla base dei ranghi è stato impiegato il test U non parametrico di Mann-Whitney. Poiché le frequenze altezza/lunghezza (H/L) nei diversi popolamenti non sono distribuite secondo il criterio di

Fig. 1 - Mappa della distribuzione di *P. ferruginea* (●) e zonazione della AMP.*Distribution of P. ferruginea (●) and zonation map of MPA.*

normalità, si è utilizzato il test bilaterale non parametrico per confronti multipli a coppie (Fligner, 1984).

Risultati - Sono stati ritrovati 4734 individui che rappresentano soltanto una parte del totale per l'esclusione della frazione indicata. Al fine di stimare in via teorica il complessivo contingente, la popolazione è stata arbitrariamente suddivisa in 10 classi di frequenza (Fig. 2) di 0,5 cm, in relazione alla lunghezza maggiore della conchiglia. Si è ricostruita l'intera popolazione utilizzando la funzione di distribuzione normale ipotizzandola unimodale come da letteratura (Coppa *et al.*, 2012); i maschi e i giovanili sono rappresentati dalle frequenze teoriche della porzione sinistra del grafico e a destra sono rappresentate le femmine con le loro frequenze teoriche e osservate. La popolazione così stimata complessivamente raggiunge circa 8500 individui con una lunghezza media teorica di 4,3 cm concorde con i dati di letteratura. I due lati dell'isola mostrano morfologie e fattori ecologici molto diversi; quello ovest infatti, pressoché inaccessibile e incontaminato, contiene falesie e ripidi pendii e un mesolitorale roccioso con esposizione ai venti di Maestrale e Tramontana (Fig. 1) che hanno cadenza e intensità elevate. Il versante Est mostra spiagge, aree paludose, un mesolitorale spesso rimaneggiato ed esposizione al Levante, vento meno intenso dei precedenti.

Più di due terzi del contingente complessivo, è situato lungo la costa occidentale lunga 40 km con densità media calcolata (d.m.c) di 0,16 ind/m. Gli esemplari sono mediamente più piccoli nel tratto meridionale del versante e tendono a diventare più grandi verso Nord in relazione ai migliori fattori ecologici. Il test U mostra come vi sia una significativa differenza nella lunghezza media del guscio ($U=1290479$; $P<0,0001$; $nW=3668$, $nE=1066$) tra i popolamenti dei due versanti Ovest e Est. Significative per lo stesso test sono anche le differenze tra la zona A di Cala di Sgombro di Fuori, rispetto al restante contingente del versante Ovest ($U=725401$; $P<0,0001$; $nW=3197$, $nSF=471$). Nel versante orientale sono presenti il restante terzo delle patelle, distribuite in modo non omogeneo; i popolamenti più numerosi sono a Nord, nel tratto che include la zona A di Punta Scorno fino a Punta Sabina (d.m.c = 0,14 ind/m); un importante contingente è presente nella zona A di Cala di Sgombro

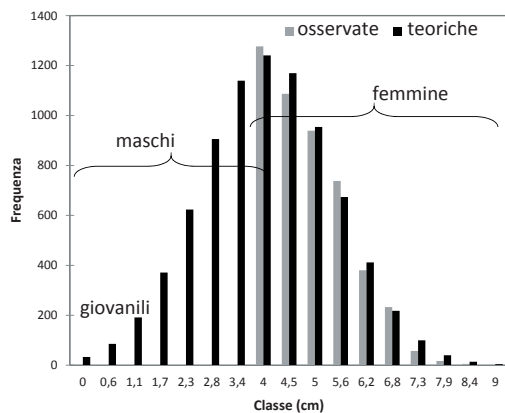


Fig. 2 - Distribuzione delle classi di frequenza della popolazione di *P. ferruginea* relativa alla lunghezza della conchiglia (osservata e teorica).

Distribution of population frequency classes of P. ferruginea on the length of the shell (observed and theoretic).

di Dentro con individui particolarmente sviluppati; 176 individui su 267 sono maggiori di 6 cm. Si rimarca l'importanza di questo sito che contiene oltre il 15% della popolazione sicuramente femminile del popolamento complessivo ($L>6$ cm) e il 75% ($L>8$ cm) di quelle altamente produttive; è presente inoltre l'esemplare più grande (9,7 cm), che ha una presumibile età di oltre trentacinque anni (Espinosa *et al.*, 2006). Nello stretto di Fornelli fino a Cala Sant'Andrea e da Punta Marcutza fino a Trabucato *P. ferruginea* risulta pressoché assente.

Le due diverse forme di *P. ferruginea*, *lamarcki* e *rouxi*, ecotipi di una stessa gamma ecologica, sono distinti dal rapporto H/L, altezza cuspidale e lunghezza della conchiglia; se è maggiore di 0,37, gli individui sono

considerati forma *rouxi*, per valori inferiori, *lamarcki* (Espinosa e Ozawa, 2006); all'Asinara solo 60 esemplari mostrano appartenere alla forma *lamarcki*. Il rapporto H/L tuttavia può dare indicazioni di come la forma sia condizionata dalle diverse condizioni ambientali (Coppa *et al.*, 2012). I risultati indicano (Tabb. 1 e 2) che vi sono significative differenze di H/L tra i popolamenti del versante Ovest ed Est, mentre non sono significativamente diversi quelli del versante Ovest e la sua zona A di Cala di Sgombro di fuori; ugualmente non sono diversi tra il versante Est e le sue due zone A di Punta Scorno e Cala di Sgombro di dentro.

Tab. 1 - Valori del rapporto H/L dei popolamenti di *P. ferruginea* nei diversi tratti di costa dell'Isola.
Ratio H/L of the populations of P. ferruginea in different coast areas.

Loc.	Media	Dev. Std.(n-1)	Lim. < media (P=95%)	Lim.>media (P=95%)
Versante Ovest	0,531	0,071	0,529	0,534
Sgombro Fuori	0,531	0,074	0,524	0,538
Versante Est	0,514	0,069	0,507	0,520
P. Scorno	0,513	0,059	0,507	0,518
Sgombro Dentro	0,503	0,068	0,494	0,511

Tab. 2 - Test bilaterale non parametrico per confronti multipli a coppie di Steel, Dwass, Critchlow, Fligner, del rapporto H/L dei popolamenti di *P. ferruginea* nei diversi tratti di costa.
Steel-Dwass-Critchlow-Fligner Test of H/L ratio of the P. ferruginea populations in different areas.

	p-val.:				Differenze significative:			
	V. Est	V. Ovest	P. Scorno	S. Dentro	V. Est	V. Ovest	P. Scorno	S. Dentro
Versante Ovest	< 0,0001				Si			
P. Scorno	0,948	< 0,0001			No	Si		
S. Dentro	0,202	< 0,0001		0,461	No	Si	No	
S. Fuori	0,000	0,989	< 0,0001	< 0,0001	Si	No	Si	Si

Conclusioni - La popolazione di *P. ferruginea* nell'Isola dell'Asinara stimata in oltre 8500 unità si pone tra le più importanti del Mediterraneo (Paracuellos *et al.*, 2003; Rivera-Ingraham *et al.*, 2011; Espinosa *et al.*, 2013); l'esposizione della costa ad alte energie da ondatazione è il fattore più rilevante che influenza la sua distribuzione; tale osservazione concorda con altri studi basati sugli effetti della idrodinamica sulle patelle del mesolitorale (Coppa *et al.*, 2012). La densità è significativamente superiore nella costa di Ponente più esposta al Maestrale ma è anche elevata nel tratto tra Punta Scorno e Punta Sabina, con orientamento al vento di Grecale che ha buona frequenza e intensità (Fig. 1). La morfologia costiera è altresì importante nella distribuzione della specie che di solito è più abbondante nel mesolitorale alla base di coste rocciose e scoscese. Buone densità tuttavia si sono rilevate anche nella zona riparata con limitato moto ondoso in zona A, negli isolotti a Cala di Sgombro di Dentro, (23% del contingente del versante orientale), con individui di grandi dimensioni a guscio appiattito. L'incidenza della raccolta sulla popolazione complessiva può ritenersi limitata o assente soprattutto nel versante di Ponente; possibili attività di prelievo possono manifestarsi nelle zone di Sud-Est fino a Cala S. Andrea, non distanti dalle aree balneari di Stintino; i siti benché idonei,

ospitano infatti pochissimi esemplari. I risultati confermano la separazione spaziale dei due morfotipi con cuspidi più pronunciata rispetto a quella appiattita. L'analisi morfometrica indica che è l'esposizione il fattore determinante ad agire sulla forma della conchiglia. Individui più piccoli e con cuspidi rilevate risultano più numerosi nel versante ventoso ad Ovest e quelli più appiattiti e più grandi nel versante più calmo ad Est; tale distribuzione avvalorava l'ipotesi di una superiore adattabilità della prima forma (Paracuellos *et al.*, 2003), che con un volume interno più grande, permetterebbe più lunghi periodi di autonomia respiratoria.

Bibliografia

- COPPA S., DE LUCIA G.A., MASSARO G., MAGNI P. (2012) - Density and distribution of *Patella ferruginea* in a Marine Protected Area (Western Sardinia, Italy): constraint analysis for population conservation. *Medit. Mar. Sci.*, **13** (1): 108-117.
- ESPINOSA F., RIVERA-INGRAHAM G.A., MAESTRE M., GONZÁLEZ A.R., BAZAIRI H., GARCÍA-GÓMEZ J.C. (2013) - Updated global distribution of the threatened marine limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae): an example of biodiversity loss in the Mediterranean. *Fauna Flora Int.*, *Oryx*, **48** (2): 266-275.
- ESPINOSA F., OZAWA T. (2006) - Population genetics of the endangered limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae): taxonomic, conservation and evolutionary considerations. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, **44** (1): 8-16.
- FLIGNER M.A. (1984) - A note on two-sided distribution-free treatment versus control multiple comparisons. *J. Am. Statist. Assoc.*, **79**: 208-211.
- GUERRA-GARCÍA J.M., CORZO J., ESPINOSA F., GARCÍA-GÓMEZ J.C. (2004) - Assessing habitat use of the endangered marine mollusk *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Northern Africa: Preliminary results and implications for conservation. *Biol. Cons.*, **116** (3): 319-326.
- 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. *Anim. Biodivers. Conserv.*, **26** (2): 29-37.
- 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 Publ., Fr.: 119-128.
- RIVERA-INGRAHAM G.A., ESPINOSA F., GARCÍA-GÓMEZ J.C. (2011) - Conservation Status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. *Anim. Biodivers. Conserv.*, **34** (1): 83-99.

F. DE LEO, A. BELLUSCIO¹, F. COLLOCA², P. D'AMBROSIO³, M. GIANNOULAKI⁴,
C.S. MARTIN⁵, K.-N. PAPADOPOULOU⁴, M. SCARDI⁶, M.T. SPEDICATO⁷, S. FRASCHETTI

DiSTeBA, Laboratorio di Ecologia e Biologia Marina, Università del Salento,
Strada Provinciale Monteroni - 73100 Lecce, Italia.
francescodeleo64@yahoo.it

¹Department of Animal and Human Biology, University of Rome 'La Sapienza',
Viale Università, 32 - 00185 Roma, Italia.

²Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche,
Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

³Marine Protected Area "Porto Cesareo", Via C. Albano, S.N. - 73010 Porto Cesareo (LE), Italia.

⁴Institute of Marine Biological Resources, Hellenic Centre of Marine Research,
PO Box 2214 - 71003 Heraklion, Grecia.

⁵Marine Assessment and Decision Support, UNEP World Conservation Monitoring Centre,
219, Huntington Road, Cambridge CB3 0DL, UK.

⁶Department of Biology, University of Rome 'Tor Vergata', Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.

⁷COISPA, Stazione Sperimentale per lo Studio delle Risorse del Mare, Bari, Italia.

SETTING CONSERVATION PRIORITIES FOR THE CONSERVATION OF CRITICAL HABITATS IN THE MEDITERRANEAN SEA USING CONSERVATION PLANNING TOOLS

SELEZIONE DI SITI PRIORITARI PER LA CONSERVAZIONE DEI PRINCIPALI HABITAT DEL MAR MEDITERRANEO UTILIZZANDO STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SPAZIALE

Abstract - The Mediterranean Sea is a hot spot of biodiversity. Current protection measures are still poorly designed. The Aichi target requires the inclusion of at least 10% of the sea surface under some form of protection by 2020, while currently the MPA encompass approximately the 4% of the Mediterranean Sea, and this percentage drops to 0.4% if the Pelagos Sanctuary is not taken into account. Here, spatial priorities for the conservation of key Mediterranean habitats were identified through a systematic planning approach using a collection of georeferenced fine scale data of priority habitats (Posidonia meadows, coralligenous outcrops) and essential fish habitats (i.e. nurseries, spawning grounds) analyzed with the software Marxan. Our best protection scenario based on habitat distributions data covers the 13% of the basin and expands present conservation plans to areas that are generally neglected (deep-sea, eastern basin). The percentage of overlap between the current conservation measures and the Marxan scenario produced in this study are about the 50% of the priority areas identified.

Key-words: benthic communities, nursery ground, spawning ground, conservation, Mediterranean Sea.

Introduction - In the last two decades, multiple spatial conservation plans have been developed in the Mediterranean Sea (e.g. present MPAs, EU CDDA, SPAMI, Natura2000, Ramsar sites, ACCOBAMS, EBSAs, Oceana). A recent analysis shows significant differences in the identification of priority conservation areas (Micheli *et al.*, 2013), resulting from differences in the objectives, criteria and data used by the different initiatives. In addition, systematic approaches for spatial optimization available for the Mediterranean basin (Giakoumi *et al.*, 2013; Mazar *et al.*, 2013) show that conservation planners routinely conduct prioritizations without direct data on variables such as habitat condition or protection/management cost. The arbitrary use of surrogates may give untrusted results (Game *et al.*, 2013). Here, the motivating idea is to identify priority areas using a systematic conservation planning approach within the software MARXAN, based on the most complete data-set to date on the distribution of benthic vulnerable habitats and essential fish habitats in the Mediterranean Sea. The aims are: 1- to build upon current protection/management initiatives in those areas that are presently less represented within the different conservation initiatives (e.g. the high seas and the eastern Mediterranean Sea); and 2- to compare our results with current conservation/management efforts.

Materials and methods - The MEDISEH project (<http://mareaproject.net>) provided an unprecedented opportunity to bring together the most complete data set to date, including georeferenced data on *Posidonia* meadows (model output), coralligenous formations (model output, see also Martin *et al.*, 2014), habitat of fish and shellfish nurseries (model output) for *Parapenaeus longirostris*, *Sardina pilchardus*, *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus*, *Engraulis encrasicolus* and spawning grounds of *Mullus barbatus* and *Parapenaeus longirostris*. In addition, to the MEDISEH data layer, deep-sea habitats (e.g. canyons, banks, sea mounts) were also included (OCEANA MedNet, 2012). For coralligenous formations and fish habitats, the parts of the model output predicting the highest probability of habitat presence were used. The software Marxan (<http://www.uq.edu.au/marxan/>) was used to identify priority areas for conservation. Optimization algorithms implemented by the software (simulated annealing, iterative improvement) are proposed to solve the issue of minimal representation, protecting the greater biodiversity (here expressed in terms of habitat heterogeneity) minimizing the area selected. To decrease the costs associated to protection initiatives Marxan is a decision support tool for systemic conservation planning that implements a minimum set approach (Ball *et al.*, 2009). The conservation initiatives considered in this study are the Marine Protected Areas already established in the Mediterranean Sea, the Natura 2000 sites, together with all areas where bottom, pelagic trawls and purse seines limitation are present. There is some overlap between the Natura 2000 dataset and the MPA dataset so that the percentage of the Mediterranean Sea under protection regime here reported can suffer from a light overestimation. All data were standardized into a single layer using Arc-GIS “identity” tool. The highest number of overlapping features in a single area was seven. We grouped all areas into seven categories according to the number of the overlapping habitats. These categories were used as input features for the analysis. Conservation targets were set according to the habitat heterogeneity. The study area was divided into 10764 hexagonal planning units (PUs, side of the hexagon: of 10 km). Costs were set for all PU as the area of one PU and the Boundary Length Modifier was set at zero. All PUs were considered available, none has been blocked or excluded *a priori*.

Results - In the Best Scenario produced by the analysis (Fig. 1), conservation targets are met for all features. The Adriatic Sea is considered as one of the most relevant priority areas with most PUs coming from this area of the Mediterranean. Large portions of the deep sea were selected through the analysis, largely driven by the Oceana dataset, with several selected areas falling in the eastern basin of the Mediterranean driven by the distribution of fish and deep sea habitats. The analysis of the overlap between the output generated by Marxan and the distribution of the habitats included in the analysis shows that the habitat mostly excluded from this scenario is the *Posidonia* meadows, with only the 30% of its actual extension under some form of protection measure. The most represented habitat is the nursery grounds of *Parapenaeus longirostris* with 72% of its distribution included in the areas selected by MARXAN. The total area selected by MARXAN is 312,665 km², about 13% of the surface of the Mediterranean, in agreement with the target of protection recently suggested for the Mediterranean Sea (CBD’s Aichi target 11 <http://www.cbd.int/sp/targets/rationale/target-11/>). Surprisingly conservation/management measures, although featured by different aims, when are combined they cover about 80% of the whole basin. The percentage of overlap between the current conservation measures and the Marxan scenario produced in this study are about the 50% of the priority areas identified, in other words, only approximately 50% of Best Scenario, individuated by Marxan based on habitat distributions data is currently under some form of protection measures.

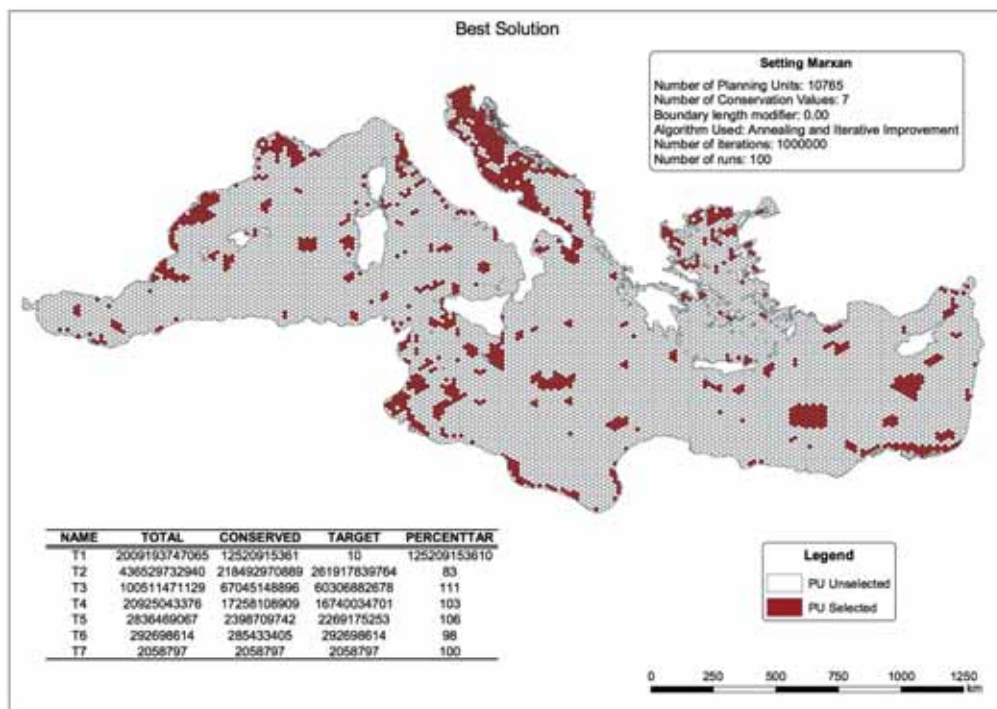


Fig. 1 - Map of priority conservation areas, elaborated using software Marxan. Red polygons correspond to areas with higher selection frequency and therefore constitute spatial priorities.

Mappa delle aree prioritarie per la conservazione, ottenuta con l'utilizzo del software Marxan. I poligoni rossi corrispondono ad aree con una maggiore frequenza di selezione, pertanto, costituiscono le priorità spaziali per interventi di conservazione.

Conclusions - This attempt to use spatial optimization tool including georeferenced, fine-scale information on a suite of priority habitats and nursery areas at basin scale significantly expands present conservation plans to areas that are generally neglected with a special focus on essential fish habitats like nurseries and spawning grounds. The total area of the scenario covers the 13% of the whole basin, in agreement with the future targets of protection set for the basin (AICHI Target 11). In addition, the use of this spatial optimization tool would allow reaching conservation targets that are generally higher than those suggested by the literature (Harborne, 2009), with the exception of bioconstructors and *Posidonia* meadows, reaching conservation targets lower than those suggested by the EU (60% for the seagrass). Not considering the distribution of threats and the potential socio-economical constrains of the basin surely sets critical limits in the potential future application of this output. However, our intention was to identify highly heterogeneous areas in terms of habitats, to guide future conservation initiatives across the Mediterranean Sea, capitalizing on this fine-scale habitat mapping. Balancing nature conservation with the human use will be the step forward. The most important observation coming out from this work is that 85% of the basin is formally under some form of protection/management measure, however, using as leading criteria quantitative information of the distribution of habitats and their pattern of heterogeneity, the 45% of the habitats used in this

analyses is presently not included in any of the protection measures considered. This supports the consideration that, at least on paper, and with very different aims, conservation/management initiatives are quite widespread in the Mediterranean but they have been possibly decided ignoring the distribution of critical habitats. This result confirms the importance of using spatial prioritization tools. However, an important issue is represented by the quality of the information used that is seldom accurate and complete e.g. the spatial distribution of certain habitats could be underestimated or model output could be biased. Moreover, adding information on the spatial distribution of fishing effort along could also be part of the next step. Our conclusion is that the use of spatial prioritization tools can be very promising when combined with a rigorous knowledge of the distribution of biodiversity of the systems. The challenge, now, is a careful consideration of the social, cultural and political complexity of the basin that can largely refine our protection scenarios together with a concrete application of regulations that are currently already in place across the basin.

References

- BALL I.R., POSSINGHAM H.P., WATTS M. (2009) - Marxan and relatives: software for spatial conservation prioritization. In: Moilanen A., Wilson K.A., Possingham H.P. (eds), *Spatial Conservation Prioritization: quantitative methods and computational tools*. Oxford University Press, Oxford: 185-195.
- GAME E.T., KAREIVA P., POSSINGHAM H.P. (2013) - Six common mistakes in conservation priority setting. *Conserv. Biol.*, **27** (3): 480-485.
- GIAKOUMI S., SINI M., GEROVASILEIOU V., MAZOR T., BEHER J., POSSINGHAM H.P., ABDULLA A., ÇINAR M.E., DENDRINOS P., GUCU A.C., KARAMANLIDIS A.A., RODIC P., PANAYOTIDIS P., TASKIN E., JAKLIN A., VOULTSIADOU E., WEBSTER C., ZENETOS A., KATSANEVAKIS S. (2013) - Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PLoS ONE*, **8** (10), doi: 10.1371/journal.pone.0076449.
- HARBORNE A.R. (2009) - First among equals: why some habitats should be considered more important than others during marine reserve planning. *Environ. Conserv.*, **36**: 87-90.
- MARTIN C.S., GIANNOULAKI M., DE LEO F., SCARDI M., SALOMIDI M., KNITWEISS L., PACE M.L., GAROFALO G., GRISTINA M., BALLESTEROS E., BAVESTRELLO G., BELLUSCIO A., CEBRIAN E., GERAKARIS V., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., SCHEMBRI P.J., TERRIBILE K., RIZZO L., BEN SOUISSI J., BONACORSI M., GUARNIERI G., KRZELJ M., MACIC V., PUNZO E., VALAVANIS V., FRASCHETTI S. (2014) - Coralligenous and maërl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scientific Reports*, **4** (5073): 1-8.
- MAZOR T., POSSINGHAM H.P., KARK S. (2013) - Collaboration among countries in marine conservation can achieve substantial efficiencies. *Diversity Distrib.*, **19**: 1380-1393.
- MICHELI F., LEVIN N., GIAKOUMI S., KATSANEVAKIS S., ABDULLA A., COLL M., FRASCHETTI S., KARK S., KOUTSOUBAS D., MACKELWORTH P., MAIORANO L., POSSINGHAM H.P. (2013) - Setting priorities for regional conservation planning in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, **8** (4), doi: 10.1371/journal.pone.0059038.
- OCEANA MEDNET (2012) - *A complementary approach for the Mediterranean N2000 in open and deep sea*. E.C.S.: 16 pp.

This study was supported and financed by the Commission of the European Union (DG MARE) through the Project MEDISEH: Mediterranean Sensitive Habitats, within the MAREA framework (service contract SI2.600741).

G. FARELLA, G. GUARNIERI, S. FRASCHETTI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (DISTEBA), Università del Salento,
S.P. 6 Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.
giulio.farella@unisalento.it

THE EFFECTS OF MULTIPLE STRESSORS ON CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES

EFFETTI DI SORGENTI MULTIPLE DI STRESS SUL CORALLIGENO

Abstract - Several studies have addressed the effects of single threats on coralligenous formation. However, moving beyond the traditional one-way, single-threat approach is still a challenge. Here, using the region Apulia as a case study, we document changes of coralligenous assemblages under the pressure of different combination of threats. We quantified changes in species richness, functional groups, assemblages structure and beta diversity. Results show that fishery, sewage discharges, portual and urban infrastructures are the most pervasive threats across the region. No areas can be considered virtually unimpacted. Assemblage similarities among different locations are clearly driven by different combination of threats, masking regional patterns of species distribution. The substantial lack of quantitative information on the intensity of the different threats can surely represent a limit for deriving cause-effects relationships. However, this large-scale approach of assessing the effects of human induced changes can represent a baseline for the understanding and the management of multiple threats on coastal areas.

Key-words: habitat, multivariate analysis, Apulia, Mediterranean Sea, ecosystem disturbance.

Introduction - As terrestrial environments, most of the oceans and seas of the world are subject to strong anthropogenic disturbances acting simultaneously, such as fragmentation and loss of habitats, overfishing, global warming and acidification. Coastal areas are particularly affected by human activities and environmental risks are large (Halpern *et al.*, 2008; Micheli *et al.*, 2013). Understanding the effects of different combination of threats on species and assemblages is a pre-requisite to identify potential ecological and socio-economic mechanisms that can enhance the resilience of natural systems to multiple stressors. Bioconstructions such as coralligenous outcrops are typical Mediterranean underwater seascapes, comprising coralline algal frameworks that grow in dim light conditions (Ballestreros, 2006). Because of their extent, biodiversity and production, coralligenous outcrops rank among the most important ecosystems in the Mediterranean Sea, and it is considered of great significance both for fisheries and carbon regulation. Coralligenous is seriously threatened by human activities. Many studies have addressed the effects of individual impacts (i.e. waste waters, fishing, sedimentation) on this habitat and the ultimate replacement by degraded assemblages has been already recognized at Mediterranean scale. Although synergetic mechanisms may also occur among drivers of change, a systematic study on the effects of multiple stressors on coralligenous formations has never been conducted (Claudet & Fraschetti, 2010). Here, we documented changes of multispecies assemblages of bioconstructors at regional scale asking two main questions: (1) Does the composition of coralligenous assemblages change under the pressure of different combination of stressors? (2) Is there evidence that specific combination of human disturbance can drive the shifts from undisturbed to degraded, low diversity assemblages? More specifically, this effort can be critical to explore the relationships between structural and functional diversity of coralligenous assemblages and different combinations of threats associated with the systems.

Materials and methods - Data on the distribution and extent of coralligenous assemblages along the Apulian coasts have been obtained from previous regional scale mapping activities, snapshots studies available in the literature and information

gathered from local reports. A field survey spanning the whole region taking into account locations featured by different combination of pressures have been carried out to relate anthropogenic drivers to potential changes in the structure and function of coralligenous outcrops. The following potential sources of threats (land-based and marine-based) and environmental variables has been considered:

- 1- Fishery: expressed in active fishing fleet (Data from EU's Fleet Register - <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm>) to obtain a probability map of fishing efforts on Apulian coast.
- 2- Sewage: expressed in population equivalent. Direct and indirect sewage discharges where georeferenced from the information given by the register of treatment plants obtained by Apulia Region decree n°1085/2009.
- 3- Ports: harbours where classified by dimensions and anchoring areas from 0 (small marinas) to 3 (large harbours).
- 4- Touristic ports: as a proxy of the potential damage from anchoring in the proximity of marinas, we used the total number of berths.
- 5- Shipping harbors: total tonnage of shipped goods, as provided by Assoporti (<http://www.assoporti.it/statistiche/annuali>), were used as a proxy of the potential damage given by heavy shipping cargos in harbor's anchoring areas.
- 6- Urbanization: land and coastal use data where obtained from Apulian Geographic Information System (SIT Puglia, <http://www.sit.puglia.it>). Percentage cover of urbanization was calculated for each site on a surface up to 300 meters inland.
- 7- Sedimentation: mud coverage for each photo sample was ranked from 0 (assemblage clean) to 3 (assemblage heavily covered).
- 8- Complexity: in each transect, topographic complexity was measured according to the chain method (Luckhurst & Luckhurst, 1978).
- 9- Water quality information (total nitrates, total phosphates, chlorophyll, transparency annual means and standard errors) were obtained from Apulian Environmental Protection Agency (ARPA Puglia).

The aim of this analysis is to test for the effects of multiple stressors while they have been acting since a long period. Thus, only one time has been sampled, without a formal analysis of evolution through time. Sampling was carried from June to July 2013, out at a depth comprised between 18 and 22 meters, by non-destructive methods. The design consisted of 3 factors: Location (L, 8 levels, random), Site (S, 3 to 5 levels, random, nested in Location) and Transect (3 levels, random, 25 meters long, 150-200 meters far from each other, nested in Site) with 8 replicate sampling units (SU, photographic pictures) per Transect. Slides (0.25 m² each) were analyzed by superimposing a grid of 24 equally sized squares, with cover final values expressed as percentages. The whole data set was 67 taxa × 4537 replicate units. Analyses were carried out both on the full taxa matrix (TM, 67 variables) and on a morpho-functional aggregation (MFM, 15 variables). Two distance-based permutational multivariate analyses of variance (PERMANOVA, Anderson 2001) were performed on both data sets. The first analysis was based on Bray-Curtis dissimilarities calculated on untransformed data and each term was tested using 4999 random permutations. A resemblance matrix was also calculated using the Jaccard dissimilarity measure (presence/absence information). A Canonical analysis of principal coordinates (CAP) was performed, calculating the distance matrix among sites across locations. Individual taxa that might be responsible for any group differences were investigated by calculating product-moment correlations of original variables (taxa) with canonical axes. Correlations between the assemblage structure with environmental variables and human pressures were tested using DISTLM (distance-based multivariate multiple regression based on a linear model) and dbRDA (distance-based redundancy analysis, McArdle & Anderson, 2004). To

explore the effects of the environmental variables and human pressures, TM and MFM were randomly split in three matrices. The DISTLM and dbRDA analyses were repeated on Jaccard and Bray-Curtis resemblances of the split matrices. For each environmental variable and human pressure, the mean in absolute value of the weight in determining the dbRDA's x coordinates was calculated. Hence, an one-way ANOVA with box-plot and Student-Newman-Keuls (SNK) test was performed for each variable to test significant differences across different assemblage's features (presence absence vs. abundances, untransformed data vs. morpho-functional aggregated data).

Results - Location Tremiti was excluded from the analyses since coralligenous outcrops were featured by high cover (>50%) of the alien turf-forming algae *Womersleyella setacea*, limiting the potential to analyze the sampling units. PERMANOVA results on TM and MFM, using both Jaccard and Bray-Curtis resemblances, indicate significant differences in assemblage structure and beta diversity at all the considered scales (locations, sites, transects). CAP analysis on the TM resemblance on presence-absence data segregated sites featured by three distinct assemblages: the first driven by small invertebrates (e.g. fragile bryozoans), the second by erect and crustose macroalgae and the third by erect macroalgae (e.g. dictyotales), dark filamentous algae and species such as *Eunicella* spp. Clear patterns were not observed when the abundance of species was also considered. However, some locations are still distinct from the others, mainly characterized by peyssonneliaceae and turf-forming algae, for the presence of an higher cover of encrusting calcareous rhodophytes and bryozoans, *Halimeda tuna*, articulated coralline together with high percentage cover of *Caulerpa racemosa*. In all analyses, differences among locations do not reflect the geographical distribution of the locations. Considering CAP on abundances of MFM, three main vectors differentiate assemblages: turf-forming algae, erect articulated algae + invasive erect algae (*C. racemosa*) and erect fragile invertebrates + encrusting crustose algae. Correlations between biological and environmental data tested with DISTLM using the "Best" selection scheme shows a percentage of variation explained by the linear model between the 42.8% and the 52.6%. "Transparency" is the environmental variable better explaining the linear model, with the exception of the analysis on TM, when considering presence-absence data. "Fisheries" results the most influential among the anthropogenic variables when abundances are included. It results non-significant in both TM and MFM when considering presence-absence data. In synthesis: 1- an high abundance of foliose algae was observed in sites with high concentration of chlorophyll, 2- high turf cover was observed in those sites with high sedimentation and 3- high cover of filter feeders invertebrates, both fragile and erect, was observed in sites characterized by high transparency. High covers of encrusting red algae are present in those sites featured by the presence of high fishing effort. In sites with high complexity, with high concentration of nitrogen and phosphorus, a greater abundance of encrusting algae and invertebrates is also evident. The high abundances of *C. racemosa* in some sites are highly influential on the formation of the linear model. Considering split matrices, ANOVAs and SNK tests on dbRDA weights show significant differences between mean weights among the four assemblage features for 7 anthropogenic and environmental variables out of 12, some of them having effects prevalently on presence/absence (e.g. sedimentation), on abundances (e.g. fisheries) or effects on taxa more than on morpho-functional groups (e.g. complexity and transparency), while other's weights result non significantly different among features (sewages, port, shipping harbour, touristic port, urbanization).

Conclusions - Our effort to combine the available information on human coastal activities shows that no areas in Apulia can be considered virtually unimpacted. Results show that fishery, direct and indirect sewage discharges and portual and urban infrastructures are the most pervasive threats across the region. A critical role of alien species in determining assemblage shifts is also shown, even though ecological processes behind patterns of invasion (e.g. especially for the species *Womersleyella setacea*) are still unclear. Assemblage similarities among different locations are clearly driven by different combination of threats, masking regional patterns of species distribution and driving the establishment of three different assemblages in terms of assemblage patterns of distribution and functional groups: impacts have the potential to increase the spatial heterogeneity of species and assemblages, selecting, at the same time, specific functional groups. Human pressures alternatively affect the composition of assemblages, species abundance or both.

References

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecol.*, **26**: 32-46.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Ocean. Mar. Biol.*, **44**: 123-195.
- CLAUDET J., FRASCHETTI S. (2010) - Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biol. Conserv.*, **143**: 2195-2206.
- HALPERN B.S., WALBRIDGE S., SELKOE K.A., KAPPEL C.V., MICHELI F., D'AGROSA C., BRUNO J.F., CASEY K.S., EBERT C., FOX H.E., FUJITA R., HEINEMANN D., LENIHAN H.S., MADIN E.M.P., PERRY M.T., SELIG E.R., SPALDING M., STENECK R., WATSON R. (2008) - A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, **319**: 948-952.
- MCARDLE B.H., ANDERSON M.J. (2001) - Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, **82**: 290-297.
- MICHELI F., LEVIN N., GIAKOUMI S., KATSANEVAKIS S., ABDULLA A., COLL M., FRASCHETTI S., KARK S., KOUTSOUBAS D., MACKELWORTH P., MAIORANO L., POSSINGHAM H.P. (2013) - Setting Priorities for Regional Conservation Planning in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, **8** (4), doi: 10.1371/journal.pone.0059038.

Research funded by the project BIOMAP - BIOcostruzioni MARine in Puglia (Regione Puglia - Programma P.O FESR 2007/2013 - ASSE IV. Linea 4.4 - <http://biomapping.it/index>).

A. FOTI, M.F. GRAVINA, P. MAGNI^{1,2}

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" - 00133 Roma, Italia.

¹CNR-IAMC, Località Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italia.

²CNR-ISMAR, Arsenale - Tesa 104, Castello, 2737/F - 30122 Venezia, Italia.
paolo.magni@cnr.it

APPLICAZIONE DEL CONCETTO DI SAPROBICITÀ AD UN AMBIENTE DI TRANSIZIONE: LA LAGUNA DI CABRAS (SARDEGNA OCCIDENTALE)

APPLICATION OF THE SAPROBITY CONCEPT TO A COASTAL TRANSITIONAL ECOSYSTEM: THE CABRAS LAGOON (WESTERN SARDINIA)

Abstract - *Macrobenthic community was compared at four sites characterized by different degrees of freshwater input, organic enrichment and confinement in the Cabras Lagoon (western Sardinia, Italy). Sites were studied in two dates of summer and two dates of winter. We aimed at testing the hypothesis that benthic communities are distributed according to the recently proposed concept of habitat saprobity in coastal lagoons that unifies the Pearson-Rosenberg (P-R, 1983; sensu organic enrichment) and Guélorget-Perthuisot (G-P, 1978; sensu confinement) models. We found that the biotic and abiotic characterization of Cabras lagoon consists of a succession of spatial zones along two main gradients determined by salinity and saprobity. In the range of variable salinity, saprobity appeared to be the main selection factor.*

Key-words: *coastal lagoons, sedimentary environments, bioindicators, organic matter.*

Introduzione - Lo stato saprobico di un sistema acquatico è definito come il bilancio tra gli input (esogeni ed endogeni) di sostanza organica (SO) nel sistema e la capacità di decomposizione, *burial* o *export* dei cataboliti del sistema stesso; il livello di saprobietà di un sistema acquatico può essere indicato sia da misure metabolico-dinamiche sia dall'analisi delle comunità biologiche (Tagliapietra *et al.*, 2014). Recentemente è stato proposto di estendere tale concetto, sviluppato per gli ambienti fluviali, agli ambienti di transizione (Tagliapietra *et al.*, 2012, 2014). La saprobietà, in quanto parametro sintetico delle variabili che definiscono lo stato trofico del sistema, viene indicata come rilevante agente selettivo per la distribuzione spazio-temporale delle comunità macrobentoniche di fondo mobile negli ecosistemi costieri di transizione (Tagliapietra *et al.*, 2012). Per testare questa ipotesi, sono stati posti a confronto i dati relativi alla comunità macrozoobentonica campionata in quattro siti nella Laguna di Cabras con valori di salinità e di alcuni dei parametri abiotici che concorrono a definire lo stato saprobico (tempo di residenza della massa d'acqua e contenuto di SO nei sedimenti). L'area di studio, sita nel Golfo di Oristano, è il più vasto sistema salmastro della Sardegna, un'area umida di interesse internazionale, tutelata dalla Convenzione di Ramsar e dalla Rete Natura 2000.

Materiali e metodi - I campionamenti sono stati effettuati in due date estive e due date invernali in quattro siti (Fig. 1): C1, a nord della laguna, alla foce dell'immissario Rio Mare Foghe; C2, situato nello stagno satellite di Pauli 'e Sali, sistema soggetto a larghe fluttuazioni dell'ossigeno disciolto (Bartoli *et al.*, 2009); C12, collocato nell'area centrale della laguna e soggetto a crisi distrofiche estive (Como e Magni, 2009) e C3, posto nel canale di collegamento col golfo di Oristano. Per quanto riguarda i parametri abiotici, sono stati misurati i valori di salinità (conduttimetro WTW COND 340i), il tempo di residenza delle masse d'acqua e il contenuto percentuale di SO nei sedimenti. Il tempo di residenza delle masse d'acqua

nei diversi siti è stato calcolato usando il modello idrodinamico 2-D SHYFEM, come descritto in Magni *et al.* (2008). Il contenuto di SO è stato stimato direttamente mediante *loss on ignition* (LOI) di sub-campioni di sedimento posti in muffola a 500 °C per 3 ore. Il campionamento della macrofauna bentonica è stato condotto mediante un box corer a chiusura manuale (dimensioni 15×15 cm) in sei repliche per ogni sito e data di campionamento, per un totale di 96 campioni. I campioni di sedimento sono stati setacciati su maglia 0.5 mm, fissati in una soluzione di acqua salmastra e formaldeide al 5% e smistati; gli individui raccolti sono stati identificati fino al più basso livello tassonomico possibile mediante osservazione in microscopia ottica (Foti *et al.*, 2014).



Fig. 1 - Siti di campionamento (da nord a sud: C1, C12, C2 e C3) nella Laguna di Cabras (Sardegna occidentale).

Sampling sites (from north to south: C1, C12, C2 and C3) in the Cabras Lagoon (western Sardinia).

Risultati - I principali risultati ottenuti sono presentati in Fig. 2. La salinità raggiunge i valori più elevati nei siti C12 e C3 (19.6 ± 1.8 e 14.6 ± 7 psu, rispettivamente), mentre tocca i valori minimi in C1 (3.2 ± 1.5 psu) in prossimità di apporti dulcacquicoli. Valori intermedi (8.2 ± 2 psu) sono stati registrati nel sito C2. Il tempo di residenza

delle masse d'acqua è molto elevato nei siti C2 (40-50 giorni) e C12 (30-40 giorni), con valori inferiori in C3 (20-25 giorni) e valori minimi per il sito C1 (1-5 giorni). Il contenuto di SO nei sedimenti è minimo nel sito C1 (2%), presenta valori intermedi in C3 (6%) e in C12 (15%), e raggiunge il livello massimo (17%) in C2. Per quanto concerne i parametri riassuntivi della comunità, i valori più elevati di numero di specie, abbondanza e biomassa si registrano nel sito C3, mentre i valori più bassi in ricchezza specifica e abbondanza nel sito C2. In C12 e C1 sono stati misurati valori intermedi dei suddetti parametri biotici, con il valore minimo della biomassa registrato in C1 a causa della mancanza di grossi esemplari di Policheti Nereidi.

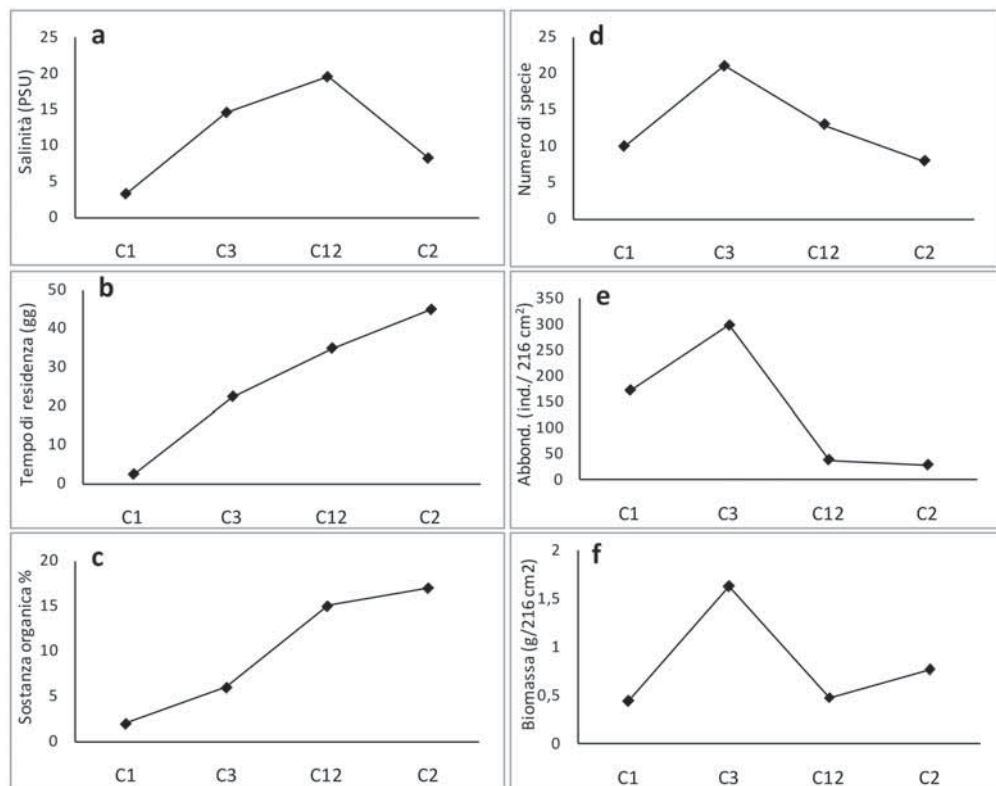


Fig. 2 - Medie annuali dei parametri abiotici e della comunità bentonica misurati nei quattro siti di campionamento: a) salinità, b) tempo di residenza, c) sostanza organica, d) numero di specie, e) abbondanza, f) biomassa.

Annual mean of abiotic and benthic community parameters at the four sampling sites: a) salinity, b) water residence time, c) organic matter, d) number of species, e) abundance, f) biomass.

Conclusioni - L'andamento delle variabili abiotiche registrato nella laguna di Cabras permette di disporre i siti campionati in una sequenza spaziale lungo un gradiente di salinità e contemporaneamente lungo un gradiente di ricambio delle masse d'acqua e di contenuto di SO nel sedimento, riconducibile al gradiente saprobico. I parametri abiotici descrittivi delle condizioni delle masse d'acqua e del fondale identificano nell'area settentrionale della laguna, corrispondente al sito C1, il polo dulcacquicolo del bacino, dove i valori particolarmente bassi di salinità, contestualmente ai bassi valori di contenuto organico dei sedimenti e dei

tempi di residenza delle masse d'acqua, permettono la colonizzazione da parte di poche specie estremamente tolleranti le basse salinità, tra cui la specie dominante *Corophium orientale* Schellenberg, 1928, tra i Crostacei Anfipodi. Al contrario, le altre aree indagate della laguna sono caratterizzate da acque mesoaline. Lungo il gradiente di saprobietà, il sito C3, localizzato nell'area maggiormente vivificata, occupa l'estremità marina, dove le condizioni idrologiche e sedimentarie favoriscono l'insediamento di una comunità più ricca e diversificata, testimoniata dagli elevati valori di ricchezza specifica, abbondanza e biomassa e composta prevalentemente da varie specie di Crostacei che comunemente popolano le aree marine costiere, come ad esempio *Monocorophium insidiosum* (Crawford, 1937), *Cyathura carinata* (Krøyer, 1847), *Idotea chelipes* (Pallas, 1766). L'area centrale della laguna, dove è situato il sito C12, si dispone lungo il gradiente nella posizione centrale, che è individuata da valori più elevati di tempi di rinnovo delle acque e di contenuto di SO nei sedimenti. In tali condizioni, il popolamento macrobentonico è caratterizzato da più bassi valori del numero di specie, di individui e di biomassa, essendo composto prevalentemente da individui di piccola taglia, come le larve dei Tubificidae e il Polichete detritivoro superficiale *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) (Como e Magni, 2009). L'estremità opposta del gradiente è individuata dall'area satellite, dove si trova il sito C2; qui l'alto livello di disturbo, generato dall'elevato arricchimento organico dei sedimenti e dall'accentuata stagnazione delle acque, condiziona la colonizzazione da parte della macrofauna bentonica, che è caratterizzata dal minor numero di specie e dal minimo valore di abbondanza, mentre la biomassa leggermente più alta che in C12 è spiegabile per la presenza in quest'area di alcuni individui di grande taglia appartenenti al Polichete alolimnobia *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776). In conclusione, i dati emersi in questo studio evidenziano che le differenze nella comunità macrobentonica della laguna di Cabras risultano ben spiegate sulla base delle variazioni in termini di arricchimento organico e tempi di rinnovo delle acque, che costituiscono due parametri riassuntivi dello stato saprobico del sistema. Il modello teorico della saprobietà applicato alle lagune costiere, proposto recentemente da Tagliapietra *et al.* (2012), risulta pertanto in questo caso validato.

Bibliografia

- BARTOLI M., LONGHI D., NIZZOLI D., COMO S., MAGNI P., VIAROLI P. (2009) - Short term effects of hypoxia and bioturbation on solute fluxes, denitrification and buffering capacity in a shallow dystrophic pond. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **381**: 39-47.
- COMO S., MAGNI P. (2009) - Temporal changes of a macrobenthic assemblage in harsh lagoon sediments. *Est. Coast. Shelf Sc.*, **83**: 638-646.
- FOTI A., FENZI G.A., DI PIPPO F., GRAVINA M.F., MAGNI P. (2014) - Testing the saprobity hypothesis in a Mediterranean lagoon: effects of confinement and organic enrichment on benthic communities. *Mar. Environ. Res.*, **99**: 85-94.
- GUÉLORGET O., PERTHUISOT J.P. (1983) - Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du Laboratoire de Géologie, E.N.S. Paris*, **16**: 1-136.
- MAGNI P., COMO S., CUCCO A., DE FALCO G., DOMENICI P., GHEZZO M., LEFRANÇOIS C., SIMEONE S., PERILLI A. (2008) - A multidisciplinary and ecosystemic approach in the Oristano Lagoon-Gulf system (Sardinia, Italy) as a tool in management plans. *Trans. Wat. Bull.*, **2**: 41-62.
- PEARSON T., ROSENBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol., Annu. Rev.*, **16**: 229-311.
- TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., KEPPEL E., MAGNI P. (2014) - La saprobietà quale fattore strutturante per la diversità del benthos negli Ecosistemi Costieri di Transizione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 178-181.
- TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., MAGNI P. (2012) - Saprobity: a unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, **686**: 15-28.

M. ROGELJA, F. NASI, T. CIBIC, R. AURIEMMA, E. PRATO*, P. DEL NEGRO

OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale), Sezione Oceanografia (OCE),
Via Auguste Piccard, 54 - 34151 Trieste, Italia.
pdelnegro@ogs.trieste.it

*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAMC- CNR),
Taranto, Italia.

RESPONSE OF TWO BENTHIC COMMUNITIES (MICROPHYTO- AND MACROZOOBENTHOS) TO SYNERGISTIC EFFECT OF CONTAMINANTS IN THE MAR PICCOLO OF TARANTO

RISPOSTA DI DUE COMUNITÀ BENTONICHE (MICROFITO- E MACROZOOBENTHOS) AGLI EFFETTI SINERGICI DI CONTAMINANTI NEL MAR PICCOLO DI TARANTO

Abstract - In order to study the benthic ecological status of the Mar Piccolo of Taranto sediment samples were collected in June 2013 from four stations inside the two Inlets. For microphyto- and macrozoobenthic communities total abundances were obtained and qualitative analyses were carried out to the lowest possible taxonomic level. Diversity indices were applied to benthic diatom taxa and macrofaunal species. This preliminary study showed that both the abundance and biodiversity of the investigated benthic communities were affected by sediment contamination. Moreover, the presence of stress-resistant species and very reduced abundance of some sensitive ones most likely indicates poor conditions of the benthic ecological status in the Mar Piccolo.

Key-words: microphytobenthos, macrozoobenthos, Mar Piccolo.

Introduction - Since 1960s the city of Taranto and its coastline have been subjected to the industrialization process that has caused profound environmental changes. The industrial zone is characterized mainly by the presence of the largest steelworks in Europe and navy arsenal in Italy, a major oil refinery, shipbuilding and other industrial activities that are responsible for severe environmental contamination, mainly due to heavy metals, asbestos, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), organic solvents, polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxin. In fact, previously collected data on organic and inorganic pollutants in the Mar Piccolo have shown high levels of contamination and stress conditions on different communities (Cardellicchio *et al.*, 2007; Spada *et al.*, 2012). To some extent, the benthic ecosystem is able to adapt to anthropogenic pressure by trying to minimize its impact through the development of stress-resistant communities that occupy new ecological niches. A highly specialized food web, which allows the benthic ecosystem to reach a state of equilibrium, can thus be established even in a heavily contaminated site (Cibic *et al.*, 2012). Previous studies on the benthic trophic web in the Mar Piccolo have been mainly focused on the macroscopic components, both the macrophyto- and the macrozoobenthic communities. As far as the heterotrophic benthic fraction is concerned, several studies have been centred on Amphipods (Prato and Biandolino, 2005) and only a few on Polychaetes (Prato *et al.*, 2000). In contrast, to the best of our knowledge, there are no data available on microphytobenthos. In this preliminary study we synoptically investigated the abundance and biodiversity of two benthic communities (microphytobenthos and macrozoobenthos) to try to assess how these autotrophic and heterotrophic communities respond to a synergistic effect of contaminants.

Materials and methods - The Mar Piccolo is a shallow, nearly enclosed basin connected through two narrow canals with the Mar Grande and widely with the

Gulf of Taranto. It consists of two naturally divided basins, the First Inlet and the Second Inlet, with maximum depths of 13 and 10 m and a surface area of 8.28 km² and 12.43 km², respectively. The features of the Mar Piccolo in the Gulf of Taranto have been exhaustively described by Prato and Biandolino (2005). The sedimentation in this area is mainly influenced by land runoff, numerous submarine springs, small streams, sewage outfalls and industrial discharges rather than by marine currents. The sediment composition in both Inlets is clayey silt (SPICAMAR, 2003). The study was carried out in June 2013 when samples were collected in triplicate by a van Veen grab for macrozoobenthos and scuba divers using polycarbonate liners for microphytobenthos, at 4 stations from the Mar Piccolo (St. 2: 40.48361 N, 17.24611 E; St. 4: 40.47639 N, 17.26028 E; St. 5: 40.4825 N, 17.27833 E; St. 6: 40.4825 N, 17.295 E). For the sample processing, analysis and determination of the microphytobenthos and macrozoobenthos the methods described by Cibic *et al.* (2012) and Gambi *et al.* (2003) were followed. Univariate diversity analyses (PRIMER software v. 5) were applied to benthic diatom density and macrobenthic abundance.

Results - Microphytobenthic abundances in the uppermost layer of the sediments were 9200 ± 1732 cells cm⁻³ at St. 4, 22700 ± 2722 cells cm⁻³ at St. 5, 42000 ± 3132 cells cm⁻³ at St. 6 and 42700 ± 8861 cells cm⁻³ at St. 2 (Tab. 1). At all four stations diatoms were the most abundant taxonomic group even though their percentage decreased at St. 4 and St. 5 on the account of a higher incidence of filamentous Cyanobacteria, undetermined Phytoflagellates and resting spores. At stations situated in the Second Inlet (St. 5 and St. 6), the abundance of Cyanobacteria was higher, reaching about 10%. The two stations situated in the center of the basins (St. 2 and St. 6) were characterized by the highest microphytobenthic abundances, but differed markedly in community composition. Focusing solely on diatoms, the univariate diversity analysis confirmed the highest values of richness and diversity at St. 2 ($d=3.55$, $H'=3.06$), that is the site closest to the canal connected with the Mar Grande. The other three stations followed with remarkably lower values.

Tab. 1 - Microphytobenthic abundance and community composition at the four sites sampled in the Mar Piccolo.

Abbondanza e composizione della comunità microfitobentonica nei quattro siti campionati nel Mar Piccolo.

Taxonomic group (cells cm ⁻³)	St.2	St.4	St.5	St.6
Bacillariophyta	38700	6200	17100	36000
Cyanobacteria	400	700	2400	4700
resting spores	2100	1000	1600	400
undet. Phytoflagellates	1200	1000	1100	800
Dinoflagellates	300	300	500	100
TOTAL ABUNDANCE	42700	9200	22700	42000

The most abundant genus was *Nitzschia* spp. Hassall, 1845 reaching the highest percentage at St. 6 (more than 58% of the total microphytobenthic abundance) and was therefore responsible for the lowest value of evenness ($J'=0.59$) and the highest dominance ($\lambda'=0.28$) compared to the other stations. The total abundance of macrozoobenthos ranged from 589 ind. m⁻² at St. 4. to 1911 ind. m⁻² at St. 2. Overall, Polychaetes were the most abundant taxonomic group (42%), followed by Molluscs with 39% and Crustaceans with 13% of total abundance. The high number of

Polychaetes derived from their frequent occurrence at St. 2 (56% of total abundance), while at the others stations Molluscs represented the most abundant group. Only a few Crustaceans were observed at St. 2 (4.4%) but at the other stations their abundances increased considerably. Echinoderms were encountered only at St. 2 and St. 4 (4% and 1% of total abundance, respectively). At St. 2 more representatives belonging to the groups of Anthozoans, Sipunculids and Nemerteans were determined, leading to a higher richness at this station. In terms of community composition, the taxonomic group of Polychaetes was represented by 59 identified species, followed by Molluscs with 26 and Crustaceans with 21 species. "Others" and Echinoderms with 6 and 3 species respectively, followed far behind. Many species collected at the St. 2 were typically marine: i.e. the Bivalves *Papillicardium papillosum* (Poli, 1791) and *Pitar rudis* (Poli, 1795) or the Echinoderms *Amphiura chiajei* Forbes, 1843 and *Ophiothrix quinquemaculata* (Delle Chiaje, 1828), in contrast to St. 4, 5 and 6 where different species typical of paralic environments occurred, namely *Abra segmentum* (Récluz, 1843), *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) and *G. insensibilis* Stock, 1966. Especially at St. 4 but also at St. 6 we observed different epibenthic species or species related to the presence of algae: invasive Bivalve *Arcuatula senhousia* (Benson in Cantor, 1842) or other Bivalves as *Musculus subpictus* (Cantraine, 1835) and *Modiolula phaseolina* (Philippi, 1844), the Amphipods *Gammarus* sp. Fabricius, 1775 and *Leucothoe* sp. Leach, 1814 or the alien Isopod *Paracerceis sculpta* (Holmes, 1904). At least at the St. 4 this could be potentially related to the low oxygen concentration and occurrence of contaminants in the sediments at these stations. Indeed, almost all endofaunal species observed at these sites are reported as dominant or prominent in areas that are polluted or enriched by organic material. These species are Bivalves *Corbula gibba* (Olivi, 1792) and *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791), Polychaetes *Lumbrineris latreilli* Audouin & Milne Edwards, 1834, *Notomastus latericeus* Sars, 1851 and Capitellidae Grube, 1862 undet. (Gray and Elliot, 2009).

Tab. 2 - Ecological parameters measured in the four sampling sites: S=number of species; N=number of organisms; d=Margalef's index; J'=Pielou's index and H'=Shannon-Wiener diversity index (Log2).

Parametri ecologici misurati nelle quattro stazioni di campionamento: S=numero di taxa; N=numero di individui, d=Margalef's index; J'=Pielou's index and H'=Shannon-Wiener diversity index (Log2).

	S	N	d	J'	H'
St.2	56	321	9,530	0,683	3,964
St.4	27	105	5,587	0,879	4,179
St.5	31	111	6,370	0,837	4,146
St.6	25	176	4,642	0,815	3,787

Due to the presence of such taxa these communities are likely considered stressed by anthropogenic impact. Diversity indices at all four stations were quite comparable (Tab. 2). Numbers of species (S) and individuals (N) at St. 4, 5 and 6 were half the number compared to the St. 2. In fact the lowest value of evenness (J') was calculated at the St. 2 due to the dominance of individual species: the Polychaete *Notomastus formianus* Eisig, 1887 and the Mollusc *Abra alba* (Wood, 1802).

Conclusions - This preliminary study showed that the abundance and biodiversity on of microphytobenthos and macrozoobenthos was highly affected by the poor

environmental status of this marine ecosystem. For both communities the total abundances were quite low and characterized by a reduced biodiversity, especially at the heavily contaminated site nearby the military navy arsenal. However, the benthic communities at the St. 2, where the exchange of marine waters from the Mar Grande is facilitated through the canals, differed from those at the other investigated stations for the higher number of taxa and total abundance. Overall, abundances were still low compared to other similar environments. For instance, the microphytobenthic abundance did not reach half of the value of the much deeper stations close to the steelworks in the Port of Trieste (Cibic, personal comment). Moreover, the presence of stress-resistant species and very reduced abundance of some sensitive ones most likely indicates poor conditions of the benthic ecological status in the Mar Piccolo.

References

- CARDELLICCHIO N., BUCCOLIERI A., GIANDOMENICO S., LOPEZ L., PIZZULLI F., SPADA L. (2007) - Organic pollutants (PAHs, PCBs) in sediments from the Mar Piccolo in Taranto (Ionian Sea, Southern Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, **55** (10-12): 451-458.
- CIBIC T., FRANZO A., CELUSSI M., FABBRO C., DEL NEGRO P. (2012) - Benthic ecosystem functioning in hydrocarbon and heavy-metal contaminated sediments of an Adriatic lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **458**: 69-87.
- GAMBI M.C., DAPPIANO M. (eds) (2003) - Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl.): 638 pp.
- GRAY J.S., ELLIOTT M. (2009) - *Ecology of marine sediments: from science to management*. Oxford University Press: 256 pp.
- PRATO E., BIANCOLINO F. (2005) - Amphipod biodiversity of shallow water in the Taranto seas (north-western Ionian Sea) *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **85**: 333-338.
- PRATO E., GHERARDI M., PASTORE M., BRACELLI A. (2000) - Caratterizzazione delle categorie trofiche dei Policheti in un'area del Mar Piccolo Taranto (Mar Ionio). *Boll. Mus. Civ. Nat. Venezia*, **50**: 171-178.
- SPADA L., ANNICCHIARICO C., CARDELLICCHIO N., GIANDOMENICO S., DI LEO A. (2012) - Mercury and methylmercury concentrations in Mediterranean seafood and surface sediments, intake evaluation and risk for consumers. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, **215** (3): 418-426.
- SPICAMAR (Studio Pilota per la Caratterizzazione delle Aree Marine A Rischio) (2003) - Relazione Scientifica Finale. CoNISMa: 453 pp.

The activities described in this publication were founded by the Project Bandiera RITMARE - La Ricerca Italiana per il Mare coordinated by the National Research Council and founded by the Ministry for Education, University and Research within the National Research Programme 2011-2013.

M. SIGOVINI, E. KEPPEL, D. TAGLIAPIETRA

CNR - National Research Council of Italy, ISMAR - Marine Sciences Institute,
Arsenale - Tesa 104, Castello, 2737/F - 30122 Venice, Italy.
marco.sigovini@ve.ismar.cnr.it

LEX PARSIMONIAE E INDICI DI QUALITÀ ECOLOGICA: IL CASO M-AMBI

LEX PARSIMONIAE AND ECOLOGICAL QUALITY INDICES: THE M-AMBI CASE

Abstract - *M-AMBI* is one of the most widely used benthic quality indices for coastal and transitional waters in Europe. It is based on macroinvertebrates and integrates the biotic index *AMBI*, Shannon diversity and species richness by means of factor analysis. We reproduced and analysed the algorithm using the open source *R* software. In this way we were able to demonstrate that factor analysis itself is a *skeumorph*, i.e. “a design feature that is no longer functional in itself but was functional at an earlier time”. Therefore, its omission does not appreciably change the results. Moreover, *M-AMBI* can be approximated by the simple mean of the normalised metrics, in this way removing the original dependence to the number of samples. Finally, we proposed a bivariate version, integrating a “sensitivity” and a “diversity” metric, still highly correlated with *M-AMBI*. The properties of these parsimonious versions of the algorithm include simplicity, transparency, robustness and ecological meaningfulness.

Key-words: algorithms, indicator species, macrobenthos, quality, species diversity.

Introduzione - *M-AMBI* (“Multivariate *AMBI*”, Muxika *et al.*, 2007) è un indice multimetrico per la valutazione dello stato di qualità ecologica delle acque marine e di transizione. L'indice è basato sul comparto macrozoobentonico e integra tre metriche, selezionate originariamente da un più ampio insieme di parametri tramite analisi fattoriale: l'indice di diversità di Shannon, la ricchezza specifica e l'indice biotico *AMBI* (Borja *et al.*, 2000), basato sull'attribuzione delle specie a 5 gruppi ecologici di sensibilità/tolleranza (GE) e sulla loro proporzione in termini di abbondanza. L'integrazione delle metriche avviene a sua volta tramite analisi fattoriale. Nonostante sia stato oggetto di dibattito in merito a vari aspetti operativi, *M-AMBI* ha trovato ampia applicazione, ed è ufficialmente inserito nella normativa di numerosi paesi europei, tra cui l'Italia, nell'ambito della Direttiva Quadro sulle Acque (Dir. 2000/60/CE). Per il calcolo di *AMBI* e *M-AMBI* è disponibile gratuitamente un software *user-friendly* (sviluppato da AZTI-Tecnalia, <http://ambi.azti.es/>). Tuttavia, l'algoritmo per il calcolo di *M-AMBI* non è intuitivo ed il codice software, basato su una routine MATLAB, non è *open source*. Il presente lavoro riproduce l'algoritmo originale tramite il software *open source R*, ne analizza la struttura e la riconsidera sulla base della significatività ecologica dei singoli passaggi e delle proprietà auspicabili per gli indici.

Materiali e metodi - L'algoritmo originale di *M-AMBI* prevede i seguenti passaggi:

- (1) calcolo delle tre metriche sulla matrice di comunità;
- (2) inserimento dei valori di riferimento (“Bad” e “High”) come campioni fittizi;
- (3) standardizzazione delle metriche;
- (4) analisi fattoriale svolta sulle tre metriche standardizzate: a) calcolo di autovalori ed autovettori, b) trasformazione degli autovettori, riscalandoli per la radice quadrata degli autovalori, c) rotazione ortogonale Varimax applicata ai *loading*, d) calcolo degli *score* dei fattori tramite moltiplicazione della matrice delle metriche standardizzate per la matrice dei *loading*;
- (5) proiezione ortogonale degli *score* dei fattori sull'asse individuato da campioni di riferimento, normalizzato nell'intervallo 0-1. La distanza euclidea tra 0 e la

proiezione degli *score* corrisponde al “Rapporto di Qualità Ecologica” previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Accanto all'algoritmo originale, sono state introdotte alcune forme alternative. La prima, $M-AMBI^*_{(n)}$, esclude l'analisi fattoriale (4) e sostituisce la standardizzazione (3) con una normalizzazione tra i valori di riferimento minimo e massimo. Quest'ultimo algoritmo è stato poi calcolato su due sole metriche, ovvero un indice di sensibilità (AMBI) accompagnato da un indice di diversità (Shannon) o ricchezza. Le differenti versioni dell'algoritmo sono state calcolate su alcuni set di dati: il noto dataset Ekofisk (Gray *et al.*, 1990), composto da 39 stazioni campionate nel 1987 presso il giacimento petrolifero marino omonimo in Norvegia; due dataset relativi alla laguna di Venezia: Palude della Rosa, 1991, 42 stazioni (Tagliapietra *et al.*, 1998); e progetto MELa2, 2002, 180 stazioni (MAGIS. ACQUE - SELC, 2005); infine un dataset creato artificialmente (sulla base della distribuzione lognormale di Poisson) al fine di applicare l'algoritmo a metriche statisticamente indipendenti. Le analisi sono state effettuate utilizzando il software statistico R v.2.15.0, disponibile come software libero sotto licenza GNU.

Risultati - Gli indici calcolati sui diversi set di dati riflettono le caratteristiche degli ecosistemi indagati, ovvero ambienti lagunari confinati (abbondanza caratterizzata da valori elevati e variabili, ricchezza e diversità relativamente basse, AMBI e M-AMBI indicativi di condizioni di stress) ed ambienti prettamente marini (maggiore ricchezza e diversità, AMBI e M-AMBI corrispondenti a condizioni di qualità “più elevata”). Negli ecosistemi costieri di transizione quali lagune ed estuari, naturalmente caratterizzati da elevata saprobietà, bassa salinità e forti gradienti compositi (Tagliapietra *et al.*, 2012), sia AMBI che ricchezza di specie e diversità, e di conseguenza M-AMBI, riflettono lo stress naturale, rendendo complessa l'interpretazione. La correlazione tra M-AMBI e $M-AMBI^*_{(n)}$ tende ad uno per tutti i dataset, a indicare la sostanziale equivalenza dei due algoritmi. Nei dataset analizzati le differenze residue sono prossime a zero, mantenendosi in particolare entro l'intervallo raccomandato dagli stessi autori, pari a 0,05 (Borja *et al.*, 2008). Tali differenze sono attribuibili al fatto che gli autovettori sono riscaliati per la radice quadrata degli autovalori. Tale passaggio non ha significato ecologico e non è pertanto giustificato. L'analisi fattoriale in M-AMBI si può interpretare come uno “scheumorfismo”, ovvero *“a design feature that is no longer functional in itself but that refers back to a feature that was functional at an earlier time”* (Hayles, 1999), componente vestigiale della fase di selezione delle tre metriche. L'analisi fattoriale non è perciò funzionale a M-AMBI, e la sua omissione non altera sostanzialmente i risultati. Si può dimostrare matematicamente che l'esclusione dell'analisi fattoriale e la sostituzione della standardizzazione con la normalizzazione trasformano l'algoritmo originale nella media semplice delle metriche normalizzate:

$$M-AMBI^*_{(n)} = (S_{(n)} + H'_{(n)} + AMBI_{(n)}) / 3$$

Mentre nell'algoritmo originale l'aggiunta di nuovi dati porta sempre a risultati leggermente diversi (Ruellet e Dauvin, 2008), per cui gli autori ne suggeriscono l'applicazione a dataset composti da almeno 50 campioni (Borja *et al.*, 2008), $M-AMBI^*_{(n)}$ è ovviamente indipendente dal numero di campioni. La correlazione si mantiene molto elevata anche tra M-AMBI e gli indici bivariati, in particolare per i dataset Ekofisk e Palude della Rosa ($r=0,99$ e $r=0,97$, rispettivamente). I valori sono leggermente più bassi per il dataset MELa2 e per quello simulato. Il contributo individuale delle componenti “diversità” e “sensibilità” ed il valore dell'indice integrato possono essere facilmente rappresentati in un grafico XY, migliorando la comprensione del calcolo e l'interpretazione dei risultati.

Conclusioni - La riproducibilità è un principio fondamentale del metodo scientifico. Riproducendo l'algoritmo per il calcolo di M-AMBI è stato possibile valutare il ruolo delle strutture matematiche soggiacenti, verificare la presenza di scheumorfismi e proporre una versione semplificata e robusta, M-AMBI*_(n), pari alla media semplice delle metriche normalizzate. La versione proposta è in grado di superare alcune limitazioni dell'algoritmo originale e di facilitare l'interpretazione ecologica dei risultati. Infine è stata introdotta una versione bivariata dell'indice in cui, a contro di una deviazione limitata dall'indice originale, si riduce la ridondanza delle metriche originarie, aumentando generalizzazione e semplicità. L'approccio seguito trova fondamento nella *lex parsimoniae* ("Rasoio di Ockham") per la quale è da preferirsi il modello con il minor numero di assunzioni.

Bibliografia

- BORJA Á., 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**: 1100-1114.
- BORJA Á., MADER J., MUXIKA I., GERMÁN RODRÍGUEZ J., BALD J. (2008) - Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 1377-1379.
- GRAY J.S., CLARKE K.R., WARWICK R.M., HOBBS G. (1990) - Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **66**: 285-299.
- HAYLES N.K. (1999) - *How we became posthuman: virtual bodies in cybernetics, literature, and informatics*. University of Chicago Press, Chicago: 49 pp.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - SELC (2005) - Progetto MELa2. Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche di substrato molle (macro e meiozoobenthos e macrofitobenthos) in laguna di Venezia (2002, 2003, 2004). Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- MUXIKA I., BORJA Á., BALD J. (2007) - Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 16-29.
- RUELLET T., DAUVIN J.C. (2008) - Comments on Muxika *et al.* "Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive" in *Mar. Pollut. Bull.*, **55** (2007): 16-29. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 1234-1235.
- TAGLIAPIETRA D., PAVAN M., WAGNER C. (1998) - Macrobenthic community changes related to eutrophication in Palude della Rosa (Venetian lagoon, Italy). *Est. Coast. Shelf Sci.*, **47**: 217-226.
- TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., MAGNI P. (2012) - Saprobity: a unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, **686**: 15-28.

D. TAGLIAPIETRA¹, M. SIGOVINI¹, E. KEPPEL¹, P. MAGNI^{1,2}

¹CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISMAR Istituto di Scienze Marine,
Arsenale – Tesa 104, Castello 2737/F - 30122 Venezia, Italia.
davide.tagliapietra@ismar.cnr.it

²CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche, IAMC Istituto per l'Ambiente Marino Costiero,
Località Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italia.

LA SAPROBICITÀ QUALE FATTORE STRUTTURANTE PER LA DIVERSITÀ DEL BENTHOS NEGLI ECOSISTEMI COSTIERI DI TRANSIZIONE: UN NUOVO APPROCCIO

SAPROBITY AS A STRUCTURING FACTOR FOR BENTHIC BIODIVERSITY IN COASTAL TRANSITIONAL ECOSYSTEMS: A NEW APPROACH

Abstract - *We propose a new conceptual framework for the interpretation of lagoonal biodiversity. We briefly review differences and similarities between classical conceptual models describing benthic community and their diversity along a gradient of organic matter. Consequently, we unified them under the single concept of habitat saprobity. In this view, saprobity is considered as the state of an aquatic ecosystem resulting from the input of organic matter, its biodegradation and the removal of catabolites. In coastal lagoons, these processes are strongly driven by hydrodynamics. Saprobity is then viewed as a structuring and selection factor for species diversity in coastal transitional ecosystems.*

Key-words: *benthic communities, coastal lagoons, sedimentary environments, bioindicators, organic matter.*

Introduzione - Gli Ecosistemi Costieri di Transizione, quali lagune ed estuari, sono caratterizzati da gradienti ambientali compositi. Negli estuari il gradiente ambientale è dato principalmente dalla salinità, mentre nelle lagune tale gradiente è influenzato principalmente dal rinnovo dell'acqua marina (Tagliapietra *et al.*, 2009). I gradienti ambientali hanno un forte effetto sulla struttura della comunità in quanto ne modificano la ricchezza e composizione in specie. All'aumentare della distanza dal mare, (il cd. "confinamento") generalmente si accompagna una progressiva riduzione del numero di specie come concettualizzato da Guélorget e Perthuisot (1983). Ricchezza e composizione specifica sono inoltre modulate da un gradiente di sostanza organica (SO). L'accumulo di SO può agire come promotore della diversità in acque oligo-mesotrofiche o al contrario ridurre il numero di specie in acque eu-ipertrofiche. Cause principali di ciò sono il consumo di ossigeno e l'accumulo di sottoprodotti tossici della decomposizione microbica, come evidenziato dal modello di Pearson e Rosenberg (1978). Infine i modelli di Pearson e Rosenberg e Guélorget e Perthuisot possono essere messi in relazione con alcuni modelli concettuali sviluppati per fiumi e laghi più di un secolo fa, in particolare il Saprobien system, (Tagliapietra *et al.*, 2012). Questi modelli possono essere unificati in un unico quadro concettuale.

La Saprobicità - La quantità di sostanza organica presente in un sistema non è sufficiente a giustificare gli effetti che questa può avere sulla comunità bentonica. Bisogna infatti tenere in considerazione la sua composizione, le modalità di degradazione e le caratteristiche dell'ambiente acquatico in cui avviene il processo. Queste caratteristiche determinano il grado di mineralizzazione della sostanza organica stessa ed il destino dei suoi cataboliti. La degradazione microbica della sostanza organica determina cambiamenti fisico-chimici del medium in cui gli organismi vivono, determinando condizioni selettive per gli organismi stessi. La SO

produce principalmente due effetti dannosi per gli organismi aerobici: il consumo di ossigeno e la produzione di sostanze tossiche. La disponibilità di ossigeno e la permanenza nel mezzo liquido dei cataboliti tossici sono in buona parte determinate dalle caratteristiche fisiche ed idrologiche del mezzo, soprattutto dalla sua capacità di ricambio delle acque. Pertanto la stessa quantità e qualità di sostanza organica produce effetti diversi sulla comunità biologica a seconda delle caratteristiche del corpo idrico in cui viene generata o immessa. La saprobietà può essere quindi considerata lo stato di un ecosistema acquatico derivante dall'input (esogeno o endogeno) di sostanza organica e dall'insieme dei processi di decomposizione microbica e rimozione dei suoi cataboliti tossici (la "clearance"). Essendo il risultato di processi metabolici, la saprobietà è dipendente dalla disponibilità di ossigeno e dalla temperatura. Questa definizione suggerisce che la saprobietà non possa essere semplicemente equiparata allo standing stock della SO o al suo bilancio nel sistema, e neppure ai singoli processi metabolici come la respirazione. Il livello di saprobietà di un corpo d'acqua può essere indicato sia da misure metabolico-dinamiche sia dall'analisi delle comunità biologiche. I fattori ambientali e biologici che regolano lo stato del sistema comprendono l'ingresso di SO, la decomposizione batterica, la disponibilità di ossigeno, l'idrodinamica e la sedimentazione. I cataboliti tossici prodotti dai processi di decomposizione includono l'ammoniaca, l'idrogeno solforato e il metano. A questi si aggiungono i prodotti delle fermentazioni, come l'acido lattico, vari alcoli ed acidi grassi a basso peso molecolare. A seconda delle loro concentrazioni e caratteristiche chimiche, questi prodotti si diffondono attraverso la colonna d'acqua, e raggiungono gli organismi determinando spesso effetti tossici di varia entità. L'eliminazione dei cataboliti dal mezzo, dipende principalmente dalla loro utilizzazione da parte dei microrganismi (processo definito ri-mineralizzazione o auto-depurazione). Altri processi coinvolti nella clearance comprendono la sottrazione tramite il burial nei sedimenti, l'esportazione dal sistema per mezzo del ricambio idrico e il rilascio di gas in atmosfera. I cataboliti ridotti e la carenza di ossigeno sono estremamente importanti nella selezione delle specie lagunari. La selezione sulle popolazioni, e quindi sulla struttura della comunità, agisce sia direttamente, influenzando la fisiologia degli individui, che indirettamente, alterando i rapporti interspecifici. Le comunità bentoniche vengono quindi progressivamente semplificate dal punto di vista tassonomico, con la selezione di un numero ridotto di specie in grado di tollerare condizioni ridotte e la presenza di composti tossici. L'adattamento ai prodotti di degradazione della SO può aumentare la tolleranza ad altre sostanze tossiche di origine antropica, portando quindi ad una sorta di preadattamento delle specie lagunari ad impatti antropici, fenomeno di difficile valutazione (vedasi il concetto di "Estuarine Paradox" in Elliott e Quintino, 2007).

Modelli di risposta biologica alla saprobietà - All'inizio del XX secolo, Kolkwitz e Marsson (1909) svilupparono un modello concettuale, il Saprobienstystem, relativo ai cambiamenti che si verificano nelle comunità biologiche a valle di una fonte di scarichi organici. Originariamente sviluppato per i fiumi, il modello descrive la successione di organismi acquatici, sia in termini di composizione della comunità che di ricchezza di specie, lungo un gradiente di auto-purificazione. Nel Saprobienstystem sono già presenti le due componenti strutturali della saprobietà, ossia la degradazione della sostanza organica e l'idrodinamica che ne modula gli effetti. Negli anni '60-'70 il problema dell'"inquinamento organico" comincia ad essere evidente anche per gli ambienti marini e costieri. In quegli anni, la FAO organizza a Roma una conferenza sull'inquinamento marino ed i suoi effetti sulla pesca e sulle risorse viventi. In tale contesto si evidenzia la necessità di un "biological test scale" per le acque marine, paragonabile al sistema saprobico utilizzato per le acque dolci. Successivamente

diversi autori proporranno modelli concettuali basati sulla successione di specie più o meno “sensibili” o “tolleranti” all’“inquinamento” organico (Tagliapietra *et al.*, 2012), il più utilizzato dei quali è il modello di Pearson e Rosenberg (1978). Quest’ultimo descrive le relazioni qualitative tra l’entità di disturbo dovuto all’ingresso di SO e le variazioni dei principali macro-descrittori di comunità bentoniche, cioè il numero di specie (S), l’abbondanza numerica (A) e la biomassa (B). Il concetto alla base di questo modello ricorda il Saprobienstystem. La successione può avvenire nello spazio, nel tempo o in entrambi. Il modello di Pearson e Rosenberg evidenzia gruppi di specie a diversa sensibilità o tolleranza all’arricchimento organico che saranno ripresi e raffinati da più autori sino ai recenti “indici di qualità” AMBI (Borja *et al.*, 2000) e BENTIX (Simboura e Zenetos, 2002), ampiamente in uso a seguito dell’adozione della Water Framework Directive. Negli stessi anni dell’introduzione del modello di Pearson e Rosenberg, Guélorget e Perthuisot (1983) affrontano la tematica della distribuzione degli organismi nelle lagune da un punto di vista spaziale, evidenziando che la composizione specifica e la diversità seguono un gradiente topografico per zone. Ogni zona è caratterizzata da un gruppo di organismi caratteristici. Come fattore responsabile della successione viene identificato il ricambio idrico (definito in termini di “confinamento”), piuttosto che la salinità. La scala di confinamento proposta è costituita da sei zone spaziali discrete, identificate da quattro gruppi principali di specie indicatrici. La successione di specie riconosciuta dal modello di Guélorget e Perthuisot presenta notevole analogie con quella del modello di Pearson e Rosenberg, tuttavia il modello non coglie l’importanza della degradazione della SO nella strutturazione delle comunità.

Nuove proposte - Una lettura sinottica dei modelli di Pearson e Rosenberg e Guélorget e Perthuisot evidenzia come essi descrivano sostanzialmente lo stesso fenomeno da due diversi punti di vista. Si differenziano principalmente in termini di habitat indagati, rispettivamente ecosistemi marini costieri ed estuari o sistemi lagunari. Inoltre i due modelli pongono differente enfasi sull’input di SO, essenzialmente di origine antropica nel modello di Pearson e Rosenberg, componente naturale del sistema nel modello di Guélorget e Perthuisot. L’estensione del concetto di saprobietà, sviluppato per gli ecosistemi d’acqua dolce, permette di unificare e integrare i modelli di Pearson e Rosenberg e Guélorget e Perthuisot. Evidenti parallelismi possono essere riconosciuti nelle curve teoriche che rappresentano la successione biologica dei modelli di Pearson e Rosenberg. In particolare, entrambi i modelli prevedono una riduzione del numero di specie, il primo lungo un gradiente di arricchimento organico e il secondo lungo un gradiente di ricambio idrico, con massimi e minimi di abbondanza e biomassa caratteristici. L’aumento iniziale del numero di specie nel modello Pearson e Rosenberg, che si verifica in ambienti ben ossigenati e con buon ricambio idrico, può essere associato all’effetto benefico sulla comunità di quantità moderate di SO, utilizzata come fonte sussidiaria di cibo, senza generare effetti negativi associati alla decomposizione.

Conclusioni - Il concetto di saprobietà introdotto per gli ambienti d’acqua dolce può essere esteso agli ambienti di transizione e costieri, dove comunque altri fattori, quali la salinità, entrano in gioco e talvolta hanno un ruolo predominante. I modelli di Guélorget e Perthuisot e di Pearson e Rosenberg possono perciò essere reinterpretati come casi particolari del modello generale. La saprobietà di un ambiente acquatico è funzione della decomposizione microbica della sostanza organica, con conseguenti cambiamenti nelle condizioni fisico-chimiche del mezzo. I principali effetti di selezione sugli organismi aerobici sono determinati dall’esaurimento dell’ossigeno disciolto (con conseguenti condizioni riduttive e un pH più basso) e dalla produzione

di sostanze tossiche. Questi effetti sono controbilanciati da due processi ecosistemici: ossigenazione e clearance, intesa come la somma di tutti i percorsi di rimozione di sostanze tossiche. I fenomeni legati alla saprobietà sono particolarmente evidenti nel comparto bentonico, dove la materia organica si accumula. La sensibilità della comunità bentonica li rende particolarmente adatti come indicatori dello stato saprobico.

Bibliografia

- BORJA A., FRANCO J., PEREZ V. (2000) - A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and Coastal environments. *Mar. Poll. Bull.*, **40**: 1100-1114.
- ELLIOTT M., QUINTINO V. (2007) - The Estuarine Quality Paradox, Environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Mar. Poll. Bull.*, **54**: 640-645.
- GUÉLORGET O., PERTHUISOT J.P. (1983) - Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du Laboratoire de Géologie, E.N.S. Paris*, **16**: 1-136.
- KOLKWITZ R., MARSSON M. (1909) - Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, **2**: 126-152.
- PEARSON T., ROSENBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol., Annu. Rev.*, **16**: 229-311.
- SIMBOURA N., ZENETOS A. (2002) - Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottoms marine ecosystems, including a new biotic index. *Medit. Mar. Sci.*, **3**: 77-111.
- TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., MAGNI P. (2012) - Saprobity: A unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, **686**: 15-28.
- TAGLIAPIETRA D., SIGOVINI M., VOLPI GHIRARDINI A. (2009) - A review of terms and definitions to categorise estuaries, lagoons and associated environments. *Mar. Fresh. Res.*, **60**: 497-509.

M. TARGUSI, B. LA PORTA, T. BACCI, F. BERTASI, L. GROSSI, P. LA VALLE, L. LATTANZI,
M. LOIA, V. MARUSSO, L. NICOLETTI, P. TOMASSETTI, B. TRABUCCO, D. VANI

Laboratory of Benthic Ecology (ISPRA), Via di Castel Romano, 100 - 00122 Roma, Italy.
monica.targusi@isprambiente.it

BENTHIC ASSEMBLAGE RESPONSES TO DIFFERENT KINDS OF ANTHROPOGENIC PRESSURES: THREE STUDY CASES (WESTERN MEDITERRANEAN SEA)

RISPOSTA DELLE COMUNITÀ BENTONICHE A DIVERSE PRESSIONI ANTROPICHE: TRE CASI STUDIO (MEDITERRANEO OCCIDENTALE)

Abstract - Macrobenthic assemblage responses to three different anthropogenic pressures (sand extraction, pipeline installation and organic enrichment due to fish-farm) were investigated by multivariate analysis and through the application of some ecological indices. The investigated indices give good ecological classification on high organic enriched substrata (fish farm) and partial or incorrect information on the benthic assemblage responses to physical pressure. The quali-quantitative study of macrobenthic communities structure, including the presence of opportunistic species, represents a good tool to assess the ecological status of the marine environment under anthropogenic pressures.

Key-words: macrozoobenthos, diversity analysis, anthropogenic pressures, Mediterranean Sea.

Introduction - Benthic macrofauna has long been used as biological indicator due to its rapid responses to natural and or anthropogenic disturbances (Rosenberg *et al.*, 2004). Typically, the quantitative analysis of benthic macrofauna can be carried out using multivariate analyses and biotic indices calculations. Biotic indices result in a data reduction of the whole data-set in a single number that does not correspond to the natural continuum. Biotic indices range from relatively simple, as number of species, abundance, Margalef richness, Shannon-Weaver diversity index and Pielou evenness, to more complex multimetric or multivariate analysis. Several biotic indices have been proposed in the last years as tools for the implementation of the Water Framework Directive 2000/60/CE: AMBI (Borja *et al.*, 2000), M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007), BENTIX (Simboura and Zenetos, 2002). Among the indicators useful to assess the benthic community condition, the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC (MSFD) suggested the presence of particularly sensitive and/or tolerant species, multi-metric indices such as species diversity and richness and proportion of opportunistic to sensitive species. The present paper is aimed at assessing the macrobenthic assemblages responses to three different anthropogenic pressures due to sand extraction (dredging), pipeline installation and organic enrichment (fish farm) through the analysis of assemblage structure changes and the application of some ecological indices.

Materials and methods - In all three study cases samples of macrozoobenthos were collected by a Van Veen grab (with a surface of 0.1 m²) over two or three replicates for each sampling station. Samples were sieved through a 1mm mesh and the retained material was preserved in 4% buffered formalin in seawater. Organisms collected (polychaetes, mollusks, crustaceans and echinoderms) were classified to the lowest possible taxonomic level and counted. Samplings for monitoring dredging activities were performed in an area offshore Anzio (Central Tyrrhenian Sea) before (April 2001), during (May 2003), 2 months (July 2003), 4 months (September 2003) and 11 months (April 2004) after the end of the activities. The sampling plan

provided ten stations, ranging from 40-55 m depth, two of which were located inside the dredged area in order to assess the direct effects of dredging. Samplings for monitoring pipeline installation were performed in 9 stations located along a transect off Porto Viro (Northern Adriatic Sea) ranging from 3 to 30 m depth. Surveys were carried out during three periods: before (August 2006), during (August 2009) and after (September 2010) engineering activities. At the fish farm located off Orbetello (Central Tyrrhenian Sea) samples were collected during four sampling surveys (April and October 2011; April and October 2012) in 5 stations located below the fish farm and up-currently at different distances from the sea cages, from 0 to 50 m, as impact stations, and 900 m as control station. For the present study each data-set was analyzed using the following indices: total abundance (N), number of species (S), Shannon Weaner (H'), Pielou (J), AMBI, M-AMBI and BENTIX. Multivariate analysis was also performed by non metric Multi Dimensional Scaling (nMDS).

Results - Dredging activities. Species composition showed variations over time as displayed by the multivariate analysis (nMDS analysis). Before dredging benthic assemblages were homogeneous and characterized by muddy habitat species some of which exclusively of the VTC biocoenosis: *Turritella communis* Risso, 1826, *Corbula gibba* (Olivì, 1792), *Sternaspis scutata* Ranzani, 1817, *Lumbrineris latreilli* Audouin & Milne Edwards, 1834, *Terebellides stroemii* Sars, 1835, *Ampelisca diadema* (Costa, 1853), *Diplocirrus glaucus* (Malmgren, 1867), *Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901) and *Apseudopsis acutifrons* (Sars, 1882). During dredging similarity among the assemblages drastically decrease and the species occurring were not assignable to a specific biocoenosis. In the course of sand extraction two inner and outer stations underwent a strong defaunation respectively as a consequence of the complete removal of surface sediments (direct impact) and the re-suspension and the subsequent deposition of fine sediments (indirect impact). An overall low similarity among assemblages was recorded 2 months after the end of activities while 4 and 11 months after dredging the assemblage structure became more similar to each other partially due to the increase in the abundance of some species as *T. stroemii*, *T. communis*, *L. latreilli*, *A. diadema*, *Poecilochaetus serpens* Allen, 1904, *Nucula nucleus* (Linnaeus, 1758) and *Medicorophium rotundirostre* (Stephensen, 1915). The high similarity observed at the two inside stations since 2 months after dredging was due to the occurrence and the dominance of two pioneer species, the bivalvia *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) and *C. gibba* (Sardà *et al.*, 2000; Nicoletti *et al.*, 2004). A strong decrease in J and H' was observed 2 months after dredging exclusively at these stations; these values gradually increased over time. BENTIX and AMBI indices did not highlight worsening in ecological status due to sand extraction activities over time. Though M-AMBI classified as poor the assemblage at one of the two inner stations during the dredging, it did not display the assemblage changes observed over time.

Pipeline installation. Comparing abundances values among the three surveys major differences were observed in shallower stations while the number of species observed in the three periods was similar. J and H' showed a general increase from the coast to offshore: before and during installation both indices showed indeed comparable values, while after installation J and H' values were more heterogeneous. nMDS analysis showed differences among shallow (3÷5 m), intermediate (8÷11 m) and deep stations (18÷30 m) in each study period. The assemblage structure was homogeneous before the installation in the shallow water as well as in the deep ones after activities. A high similarity was observed at the same deep stations before and during pipeline installation. These results seem to be due to different ecological traits of the species recorded in the area during the three monitoring periods. The homogeneity observed in the shallow stations before installation was due to an assemblage

mainly characterized by SFBC biocoenosis species: e.g. *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1844, *Prionospio malmgreni* Claparède, 1869, *Tellina fabula* Gmelin, 1791. While in the deep stations the assemblages collected following the works was mainly composed of species typical of mud and sand: e.g. *Galathowenia oculata* (Zachs, 1923), *Nephtys incisa* Malmgren, 1865, *Ampelisca typica* (Bate, 1856), *Prionospio multibranchiata* Berkeley, 1927, *Hilbigneris gracilis* (Ehlers, 1868) and *Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870). AMBI index classified almost all stations as slightly disturbed over time except for one intermediate station (after installation) classified as moderately disturbed. According to BENTIX, assemblages sampled before and after showed a good and moderate classification, while during the installation some stations were classified as high as bad.

Fish farm. The macrobenthic assemblages found in the fish farm area showed, in the highest cultured biomass period October 2011, at 0 m stations the sharp dominance of the crustacean *Nebalia strausi* Risso, 1826, representing the 64% of the whole 0 m stations benthic assemblages. The other stations located at different distances from the sea cage and the control station did not show dominant species. The differences of these stations from the 0 m stations were also pointed out by nMDS analysis. The biotic indices results highlighted some ecological status decrease at 0 m stations in October 2011 classified as moderate/poor by all the indices; the remaining stations showed higher ecological status.

Conclusions - Analyzing results obtained from the three study cases some critical points can be made. Diversity (H') could be a good index to detect the variability of benthic assemblages due to physical and chemical pressures. Nevertheless H' does not allow to unambiguously classify the ecological status of the investigated areas and the diversity index classes limits (Keeley *et al.*, 2012) could lead to overestimate the ecological status. The assemblage response to physical pressure was not displayed by results of BENTIX, AMBI and M-AMBI indices. On the other hand these indices better explain changes observed in the assemblages under organic enrichment. Nevertheless, in this case some critical issue could also be revealed: i) concerning BENTIX some *taxa* can be incorrectly classified since the data base is mainly derived by species/family list of the Eastern Mediterranean Sea and this can lead to misleading attribution to the sensitive/tolerant class; ii) AMBI and M-AMBI in some cases suffered by misleading species attribution to the sensitive/tolerant class. The effects of organic enrichment are evidently displayed by the presence of opportunistic species. It is important to underline that even if *Capitella* sp. Blainville, 1828 I is considered as the opportunistic species that better than other species grows and dominates the assemblages occurring under the cages, as observed in other Italian fish farms (Tomassetti *et al.*, 2009), at the Orbetello fish farm it was not found as dominant. The high percentage of biodebris in the sediment is an unsuitable habitat for *Capitella* sp. I but a good habitat for *N. strausi* found here as highly dominant. The dominance of pioneer species as a consequence of the investigated physical pressures resulted site-specific as shown by evenness index (J). The presence of the pioneer opportunistic species *C. gibba* after the dredging carried out off Anzio, was also pointed out by Nicoletti *et al.* (2004) in the same area. In fact, its capacity to recolonize new substrata is related to the ability to exploit quickly, thanks to high reproductive potential, a transitory situation allowed to the lack of competitors and predators. This species together with *T. stroemii* was described as opportunistic species by La Porta *et al.* (2009) after the dredging activities carried out at Montalto di Castro (Central Tyrrhenian Sea). The high settlement of the pioneer species *S. subtruncata*, which normally attained high numbers during the spring and summer months, was exclusively favored at Anzio by the increase of sand fraction after dredging. In the

pipeline study case no opportunistic species were found, while a general change in the assemblage structure due to this activity was detected, as observed by Marusso *et al.* (2013) for amphipods assemblages in the Central Tyrrhenian Sea. Our results underline that the investigated indices give good ecological classification on high organic enriched substrata (fish farm) and partial or incorrect information on the benthic assemblage responses to physical pressure. The quali-quantitative study of macrobenthic communities structure and the ecological analysis (e.g. biocoenosis affiliation, preferred sediment typologies, depth range distribution) including the presence of opportunistic species, represents a good tool to assess the ecological status of the marine environment under anthropogenic pressures.

References

- 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. Poll. Bull.*, **40** (12): 1100-1114.
- KEELEY N., FORREST B., CRAWFORD C., MACLEOD C. (2012) - Exploiting salmon farm benthic enrichment gradients to evaluate the regional performance of biotic indices and environmental indicators. *Ecol. Ind.*, **23**: 453-466.
- LA PORTA B., TARGUSI M., LATTANZI L., LA VALLE P., PAGANELLI D., NICOLETTI L. (2009) - Relict sand dredging for beach nourishment in the central Tyrrhenian Sea (Italy): effects on benthic assemblages. *Mar. Ecol.*, **30** (Suppl. 1): 97-104.
- MARUSSO V., TRABUCCO B., NONNIS O., MAGGI C., CECCHETTI S., NASCETTI G., ANGELETTI D., CIMMARUTA R. (2013) - Effects of sediment management on the amphipod community off the Latium coasts (Tyrrhenian Sea) and preliminary DNA barcoding data on *Ampelisca* (amphipoda). *Crustaceana*, **86** (7-8): 871-889.
- MUXIKA I., BORJA A., BALD J. (2007) - Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, **55**: 16-29.
- NICOLETTI L., LA VALLE P., CHIMENZ GUSSO C. (2004) - Specie indicatrici: il caso *Corbula gibba* (Olivi, 1972). *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 273-277.
- ROSENBERG R., BLOMQVIST M., NILSSON H.C., CEDERWALL H., DIMMING A. (2004) - Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, **49**: 728-739.
- SARDÁ R., PINEDO S., GREMARE A., TABOADA S. (2000) - Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 1446-1453.
- SIMBOURA N., ZENETOS A. (2002) - Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Medit. Mar. Sci.*, **3/2**: 77-111.
- TOMASSETTI P., PERSIA E., MARCATALI I., VANI D., MARUSSO V., PORRELLO S. (2009) - Effects of mariculture on macrobenthic assemblages in a Western Mediterranean site. *Mar. Poll. Bull.*, **58**: 533-541.

V. CIANCIMINO, M. MILAZZO, R. CHEMELLO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (Di.S.Te.M.), Università di Palermo,
Via Archirafi, 28 - 90123 Palermo, Italia.
velia_ciancimino@hotmail.it

EFFECTS OF HUMAN HARVESTING ON *PATELLA ULYSSIPONENSIS* GMELIN, 1791 POPULATIONS

EFFETTI DEL PRELIEVO UMANO SU POPOLAZIONI DI PATELLA ULYSSIPONENSIS GMELIN, 1791

Abstract - An analysis on *Patella ulyssiponensis* populations in northwestern Sicily was made in order to highlight potential effects of human harvesting. Our data highlight a reduction in density and population structure well related to the increase of coastal frequentation by humans.

Key-words: abundance, harvesting, intertidal, *Patella ulyssiponensis*, Mediterranean Sea.

Introduction - The majority of the human population lives in the coastal zone, impacting in different ways on it. Highly diverse benthic assemblages characterize the rocky intertidal shore and humans have exploited them for centuries. Patellid limpets are sessile invertebrate of the rocky intertidal, the exploitation of which is very common all over the world. They are harvested as food, at both commercial and recreational levels, or as bait (Martins *et al.*, 2008). Limpet's harvesting by humans is a very common activity along the Sicilian coasts, being more frequent from June to September, when larger specimens are usually collected. The degree of harvesting could be affected by the accessibility (e.g. the distance between a road and the coast), but coastal protection could be theoretically important to avoid exploitation. Being limpets proterandric hermaphrodite species, their size-selective exploitation likely causes major consequences on population structure at local scale (McCarthy *et al.*, 2008). Larval recruitment of *Patella ulyssiponensis* occurs in Autumn, young individuals develop male gonads during Winter, while in Spring around the 70% of the population becomes female, increasing in size (Thompson, 1979). Here we evaluated the distribution of *Patella ulyssiponensis* populations along the northwestern coast of Sicily affected by seasonal harvesting, according to site accessibility and protection.

Materials and methods - This study was conducted from July to August 2012 in 11 localities, from Petrosino (TP) to Addaura (PA) and in Favignana (Egadi Islands, Italy). Two sites, separated by almost 100 m, were chosen for each locality and the sampling was carried out by counting all the specimens within five plots (20×20 cm each) randomly placed on intertidal rocky platforms, and measuring on field, to avoid collection of organisms, their maximum diameter. Six ranks of accessibility were defined combining the distance of the coastline from a road (e.g. high accessibility, less than 50 m; medium accessibility, from 50 to 100 m; low accessibility more than 100 m) with the presence of coastal protection (high accessibility, no protection; low accessibility, protected). Limpets were divided into three size classes: from 0 to 6 mm, from 6.1 to 18 mm, and more than 18.1 mm. Two linear regressions analyses were performed, the first between the average density of all limpets in each site and the rank of accessibility of the site itself, a second analysis was run between the density of the individuals with a diameter greater than 18.1 mm and the rank of accessibility of the site.

Results and conclusions - The average density of *Patella* in the examined localities was 10.08 ± 7.11 individuals per 400 cm². The lowest value was recorded in Barcarello

(1.3 ± 1.42), within the “Capo Gallo – Isola delle Femmine” Marine Protected Area, and the highest one in Monte Cofano Coastal Reserve (24.2 ± 10.98). Considering all the individuals into the plots, no relation was shown by regression analysis between limpet density and accessibility ($R^2=0,00004$; $p>0,05$). Considering only larger individuals, the relation between density and accessibility was significant ($R^2=0,381$; $p<0,05$), with again the lowest density recorded in Barcarello (0) and the highest one in Monte Cofano (8.6 ± 1.82).

Conclusions - A non exploited population of *Patella ulyssiponensis* can be considered well structured when the relation between males, females and undifferentiated follow the ratio 2.3:1.3:1 (McCarthy *et al.*, 2008), so 51% should be males, 28% should be females and 21% should be undifferentiated. Our populations showed an imbalance of sex ratio, with 61.5% of males, 0% of females and 38.5% of undifferentiated individuals in Barcarello, and with 91% of males, 2.5% of female and 6.5% of undifferentiated in Monte Cofano. The only location that showed a quite-balanced sex ratio was Favignana, with 61.6% of males, 34.2% of females and 4.2% of undifferentiated. The results of this study show that all the examined limpet populations are impacted by size-selective harvesting, becoming susceptible to “recruitment overfishing” (Santos *et al.*, 1995) due to distortion of the sex ratio by removal of the larger females, especially during Summer, when the coasts are more frequented. Then harvest pressure is able to change population structure and, consequently, it alters ecosystem functions.

References

- MARTINS G.M., JENKINS S.R., HAWKINS S.J., NETO A.I., THOMPSON R.C. (2008) - Exploitation of rocky intertidal grazers: population status and potential impacts on community structure and functioning. *Aquatic Biol.*, **3**: 1-10.
- MCCARTHY M., WOOSNAM P., CULLOTY S.C. (2008) - Histological investigation of the reproductive cycles of the limpets *Patella vulgata* and *Patella ulyssiponensis*. *Mar. Biol.*, **153**: 871-877.
- SANTOS R.S., HAWKINS S.J., MONTEIRO L.R., ALVES M., ISIDRO E.J. (1995) - Marine research, resources and conservation in the Azores. *Aquatic Conservation: Mar. Fresh. Ecos.*, **5**: 311-354.
- THOMPSON G.B. (1979) - Distribution and population dynamics of the limpet *Patella aspera* (Lamarck) in Bantry Bay. *J. Experim. Mar. Biol. Ecol.*, **40**: 115-135.

C. MUNARI, M. MISTRI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44121 Ferrara, Italia.
c.munari@unife.it

EFFETTO DELLA PESCA CON IDRORASCA A DIFFERENTI PRESSIONI DI ESERCIZIO SULLA COMUNITÀ MACROBENTONICA DELLA SACCA DI GORO

EFFECTS OF FISHING WITH HYDRORAKE AT DIFFERENT PRESSURES ON THE BENTHIC COMMUNITY OF THE SACCA DI GORO

Abstract - We assessed the impact of a fishing gear (a clam hydrorake) on non-target macrofauna. The experimental protocol required that 3 parallel waylines were raked at three different pressures; a fourth wayline was used as control. The benthic community showed a very rapid recovery.

Key-words: macrobenthos, disturbance, Adriatic Sea.

Introduzione - Nelle lagune emiliane la raccolta della vongola *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) viene tradizionalmente eseguita utilizzando uno strumento manuale denominato rasca. Il fiorente sviluppo della venericoltura e le difficoltà incontrate con il sistema di raccolta manuale hanno spinto le Associazioni di Produttori alla ricerca di attrezzi alternativi quali la rasca idraulica (Munari *et al.*, 2006), un attrezzo che utilizza getti d'acqua per smuovere il fondale e far emergere le vongole. Questo studio ha lo scopo di valutare l'impatto sull'ambiente causato da questa attrezzatura a diverse pressioni di esercizio, usando come indicatore biologico la comunità macrobentonica.

Materiali e metodi - In un'area naturale della Sacca di Goro a sedimento misto limo-sabbia sono stati posizionati 4 transetti di 25 m di lunghezza, distanziati l'uno dall'altro di circa 50 m, presso i quali è stata svolta la sperimentazione nell'estate del 2009. Il disegno sperimentale prevedeva 4 tipi di trattamento (controllo, 2, 3 e 4 ATM di esercizio) e 2 tempi (immediatamente dopo il trattamento e dopo 27 giorni), in accordo coi risultati di precedenti sperimentazioni (Mistri *et al.*, 2004; Munari *et al.*, 2006). Il campionamento della comunità è stato effettuato mediante benna di Van Veen (0.027 m²) in triplicato. Gli organismi raccolti, setacciati a 0,5 mm, sono stati identificati al livello della specie. La comunità è stata studiata mediante analisi multivariata.

Risultati - Complessivamente sono stati rinvenuti 72 taxa macrobentonici. Le comunità presenti nei trattamenti sono risultate caratterizzate da elevate densità di policheti opportunisti quali *Streblospio shrubsolii* (Buchanan, 1890), *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, *Polydora ciliata* (Johnston, 1838), *Paradoneis lyra* (Southern, 1914), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), *Capitella minima* Langerhans, 1881 ed *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864). I trattamenti si caratterizzano per la presenza di numerose specie rare, presenti in una o poche repliche, tra cui *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Corophium orientale* Schellenberg, 1928, e piccoli policheti quali *Oxydromus agilis* (Ehlers, 1864), *Mysta picta* (Quatrefages, 1866) e *Serpula concharum* Langerhans, 1880. I controlli sono risultati caratterizzati da maggiori abbondanze di *S. shrubsolii*, *P. ciliata* e *Spio decoratus* Bobretzky, 1870, di oligocheti e di anellidi di grosse dimensioni, come *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776)

e *Alitta succinea* (Leuckart, 1847). Nella Tab. 1 vengono riportati i valori medi degli indici di diversità per il controllo (C) ed i trattamenti (St2, St3, St4) nei due periodi (A e B). Dalla tabella si evince che il trattamento (sia a 2, 3 e 4 ATM) provoca nell'immediato (periodo A) una riduzione nel numero di specie presenti (S) e nelle abbondanze (N) degli organismi macrobentonici. La diversità (H') e la *evenness* (J') si mantengono invece relativamente elevate: il trattamento, indipendentemente dalla pressione applicata, diminuendo in maniera stocastica le abbondanze delle specie dominanti (r-strategie in questo ambiente) consente un innalzamento dei valori di tali indici. A 27 giorni dal trattamento (periodo B), mentre i valori degli indici comunitari nel controllo (C) tendenzialmente rimangono simili, mostrano la tendenza all'incremento nei trattamenti, sia a 2 che a 3 e 4 ATM. Si nota infatti un aumento sia nel numero di specie che nelle abbondanze totali. Si nota l'incremento di specie rare quali *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931), *M. gryllotalpa*, *Penaes kerathurus* (Forskål, 1775), *Athanas nitescens* (Leach, 1813), *Anadara transversa* (Say, 1822), *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789), *Nassarius nitidus* (Jeffreys, 1867), *Oxydromus pallidus* Claparède, 1864 e *Glycera tridactyla* Schmarda, 1861. Se la diversità permane relativamente costante, si nota un decremento nei valori della *evenness*, ad indicare una tendenza alla dominanza di alcune specie (r-strategie), tipicamente predominanti in tale tipologia di ambiente.

Tab. 1 - Valori medi degli indici strutturali per i vari trattamenti ai vari periodi.

Average value of structural indices for the various treatments at various periods.

Sito	Trattam.	Periodo	S	N	d	J'	H'
CA	C	A	37	32048,2	3,47	0,44	1,59
St4A	T4	A	19	15737,3	1,86	0,46	1,36
St3A	T3	A	18	9564,5	1,85	0,56	1,63
St2A	T2	A	20	11451,5	2,03	0,45	1,35
CB	C	B	42	41958,0	3,85	0,31	1,16
St4B	T4	B	31	19196,8	3,04	0,39	1,33
St3B	T3	B	31	24820,8	2,96	0,32	1,11
St2B	T2	B	25	15003,5	2,50	0,42	1,36

L'analisi multivariata evidenzia 3 *clusters*, uno costituito dai punti controllo nel periodo A e B, uno costituito da punti trattamento nel periodo B, ed uno costituito dai punti trattamento nel periodo A. Il cluster dei punti trattamento nel periodo B si aggrega coi punti controllo ad un livello di similarità decisamente elevato (circa 70%). Questo significa che la struttura e composizione di comunità, trascorsi 27 giorni dai trattamenti, ed indipendentemente dalle pressioni applicate, è già molto simile alla struttura e composizione di comunità dei controlli. La PERMANOVA ha mostrato differenze significative tra trattamenti e tra periodi (entrambi $P=0,0001$) ed è evidente un effetto del termine d'interazione dei due fattori ($P=0,03$). Il test post hoc evidenzia differenze tra controllo e trattamenti ($P=0,0001$), ma non tra i trattamenti stessi.

Conclusioni - L'impatto sulla macrofauna bentonica delle diverse pressioni di esercizio pare essere estremamente simile; l'effetto maggiormente evidente è la riduzione delle abbondanze delle specie dominanti ed il parziale dislocamento delle specie più rare, come spesso osservato in indagini di questo tipo (Pranovi *et al.*,

2004). Il recupero dei siti trattati avviene su scala temporale relativamente breve. Pur mantenendo differenze statisticamente significative rispetto ai controlli, dopo 27 giorni dal trattamento, tutti i siti sottoposti a differenti pressioni di esercizio hanno mostrato una rapida ripresa in termini di composizione e strutturazione della comunità macrobentonica. In ambiente lagunare tuttavia, è sempre presente un background di disturbo diffuso che tende a stemperare gli effetti degli eventi stressanti puntiformi, quali i trattamenti a differenti pressioni di esercizio applicati nel presente studio. Anche i controlli, infatti, hanno mostrato differenze nella struttura e composizione di comunità, pur nel breve (27 giorni) arco temporale considerato, come già osservato in precedenti indagini (Munari *et al.*, 2006).

Bibliografia

- MISTRI M., CASON E., MUNARI C., ROSSI R. (2004) - Disturbance of a soft-sediment meiobenthic community by clam hand raking. *Ital. J. Zool.*, **71**: 131-133.
- MUNARI C., BALASSO E., ROSSI R., MISTRI M. (2006) - A comparison of the effect of different types of clam rakes on non-target, subtidal benthic fauna. *Ital. J. Zool.*, **73**: 75-82.
- PRANOVI F., DA PONTE F., RAICEVICH S., GIOVANARDI O. (2004) - A multidisciplinary study of the immediate effects of mechanical clam harvesting in the Venice Lagoon. *ICES J. Mar. Sci.*, **61**: 43-52.

Tema 4

ZONE RIFUGIO E POSSIBILE RESILIENZA
DI ALCUNI STOCK DEMERSALI
MEDITERRANEI

J.F. CADDY

Independent researcher
jfcaddy1@yahoo.co.uk

THE ADVANTAGES OFFERED BY MEDITERRANEAN SHELF HABITATS FOR THE CONSERVATION OF DEMERSAL RESOURCES USING THE REFUGIUM CONCEPT

I VANTAGGI OFFERTI DAGLI HABITAT DI PIATTAFORMA CONTINENTALE PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE DEMERSALI IN MEDITERRANEO ATTRAVERSO IL CONCETTO DI RIFUGIO

Abstract - A working hypothesis is proposed for fisheries management of shelf and slope demersal resources that contrasts with that derived from Beverton and Holt (1957), by giving priority to conservation of spawners over recruits. For the Mediterranean Sea, inshore trawling of juvenile fishes was productive until recent years in the absence of quota control, despite a low proportion of mature fish in the catch. Yield and fecundity per recruit calculations using realistically high levels for the juvenile natural mortality rate show that in these circumstances, mature fishes are a rare resource. This raises the question: where are the spawning stocks located for highly exploited demersal fishes? From early biological studies, seasonal and life history migrations occur, and must be taken into account in assessments. The hypotheses addressed here stem from the refugium concept. This supposes that the geomorphological structure of the Mediterranean shelf and slopes, with frequent rocky outcrops, limit the shelf area suitable for operating unmodified bottom trawls. The fauna of a large area of broken bottom was originally protected from trawling by refugia, more than the area protected by legislated Marine Protected Areas, and the two management concepts are contrasted. Fishery refugia would again be protected from exploitation if extensive modifications to bottom trawls were prohibited, effectively banning their operation over rocky bottom. This strategy would have practical advantages to management by reducing the cost of surveillance, and increasing the area of protection offered to mature demersal fishes over that achieved by the MPA strategy. The validity of the reciprocal equation for M -at-age is demonstrated by fecundity/recruit calculations, and can be used in stock assessments.

Key-words: *refugium, natural and fishing mortalities, trawl performance, fecundity/recruit.*

Introduction - It was inevitable that the scientific management of fisheries resources in the Mediterranean would draw upon theoretical frameworks for management developed elsewhere: notably, the yield/recruit (Y/R) approach offered by Beverton and Holt (1957) for North Sea fisheries. This theoretical framework is contrasted with the fecundity/recruit (F/R) calculations used here, but still dominates scientific management in specifying the risks and gains undergone by a cohort in its life history. The Y/R approach to calculating fisheries yield with a given exploitation strategy incorporates a number of assumptions - that fishing follows a 'dynamic pool', so that the spatial distribution of resources and effort is not critical, and the natural mortality rate remains constant with age. Another axiomatic assumption is that harvesting immature fish is inappropriate: a common view being that exploitation should be delayed until cohorts have matured and spawned at least once. These assumptions were relevant for the North Sea in the 1940-60's when exploitation rates were lower there, and the use of fillets or steaks of finfish imposed larger sizes at landing; also cod end mesh sizes were much larger than in the Mediterranean. There was believed to be no shortage of mature fishes in the populations, so they were seen as acceptable targets for exploitation. A negative factor for the North Sea, now and then, is that the protection of critical habitats from fishing is difficult, given that much of the sea floor is trawlable (see Rieser, 2000; Caddy, 2013). Multinational fleets operate there, making enforcement of regulations outside territorial waters

problematical. The targeting of sexually mature fishes and a widespread ‘quasi-ethical’ aversion to exploiting juvenile fish seems to stem from this early ‘North Sea Paradigm’. The conventional yield/recruit measures to counteract the loss of growth potential by early harvesting, as interpreted from the work of Beverton and Holt (1957), led to increases in mesh size and higher minimum sizes landed as the obvious solutions. An analysis of fecundity/recruit suggests a contrary conclusion: the high fecundity of many marine resources suggests that meeting the conditions for population stability proposed by Charnov (1993), requires a high predation on juveniles to be acknowledged, and a priority given to conservation of spawners. The refugium concept addresses this issue.

Modifications to trawls for use in rocky areas

Apart from the Adriatic Sea, the generally narrow Mediterranean continental shelves (unlike the Northeast Atlantic and North Sea), have many areas unsuitable for trawling without extensive modifications to the towed gear. Unfortunately, from the perspective of the hypothesis presented here, these modifications are being applied to Mediterranean trawlers. A number of publications (e.g., Chopin and Arimoto, 1995; Bellman *et al.*, 2005; Suuronen, 2005) illustrate that modifications to trawls to fish safely over rocky bottom is common to many trawl fisheries, and has caused concern in many marine ecologists (e.g. Agardy, 2000). The changes made include large rollers on the ground line, and chains and chain mats under the gear. These modifications make the gear heavier and more destructive to the epifaunal coverage typical of rocky or hard bottoms.

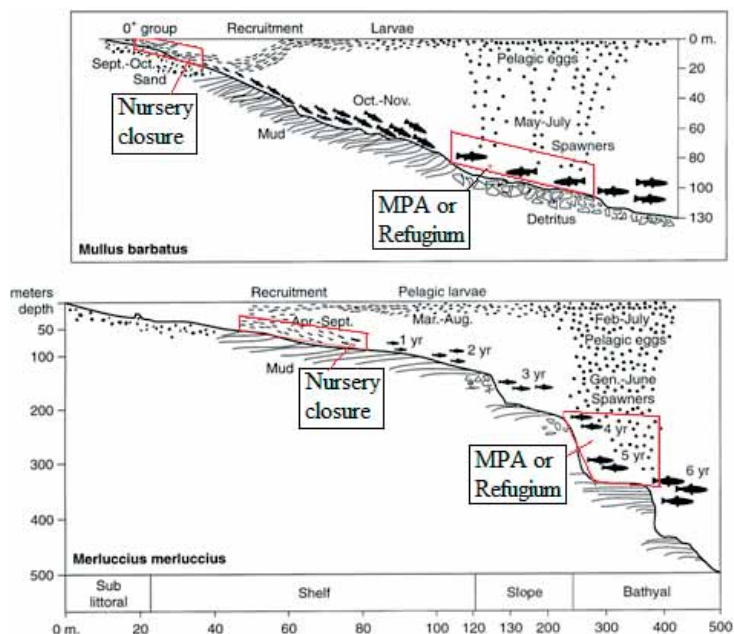


Fig. 1 - Modification of an illustration from Doumenge (1966) of distribution changes with age for 2 common Mediterranean demersal species, *Merluccius merluccius* and *Mullus barbatus*, showing how spawning may be occurring in hard bottom areas, provisionally identified in the modified figure as refugia.

Rivisitazione dell'illustrazione di Doumenge (1966) sui cambi nella distribuzione di 2 specie demersali, Merluccius merluccius e Mullus barbatus. Viene mostrato che la deposizione può avvenire su fondali rocciosi, identificati nella figura come "rifugi" (refugium).

Conserving the juveniles, or the mature cohorts – which is the optimal strategy?

Small fish are prominent on Mediterranean markets, and for demersal resources this is in part due to heavy exploitation having reduced the abundance of mature fish: (most demersal fishes are fully or overexploited – see GFCM reports). Local market demand for fresh fish has always been high, with high prices paid for small fish. Under a long culinary tradition, small fish are often served whole on a plate. A close linkage exists between fishers, local markets and customer demand, including the need to serve traditional dishes in one of the world's prime tourist areas. An early study identified a common life history pattern for Mediterranean demersal fishes: they start life in a nursery area, and often migrate offshore to spawn (see, e.g., Doumenge, 1966 - Fig. 1). Note that in the 1960's-80's, despite heavy inshore trawling, regular recruitment of juveniles to the inshore trawl fishery supported production without effort control or quotas, but the fishery caught few mature animals. To try and explain this apparent conundrum, Fig. 1 shows how Doumenge's diagram supports the 'refugium paradigm'. Few fish survive to maturity in the inshore trawl fishery, but they later move towards the shelf edge or are concentrated in untrawlable rocky areas. On a related point, it is clear that most modern assessments do not consider such seasonal distribution changes.

The relative importance of fisheries for juveniles and adults: the refugium paradigm

Attention has been focused recently on the idea of the fishery refugium, and we should avoid confusion with a similar spatial mechanism, the Marine Protected Area (MPA). Tab. 1 contrasts the characteristics of a fisheries refugium with those of an MPA. The definition of a fishery refugium in the UNEP/GEF South China Sea Project, is that it consists of: "*A spatially and geographically defined, marine or coastal area in which specific management measures are applied to sustain important species during critical stages of their life cycle, for their sustainable use.*"

This implies some spatial legislation is needed, and is more appropriate for a Marine Protected Area (MPA) than a refugium. An early definition of a fisheries refugium in Anthony and Caddy (1980), was that used to protect the spawning stock of the lobster (*Homarus americanus*) in the NW Atlantic. Here, offshore protection from exploitation was achieved by a maximum entrance hoop size which prevents large lobsters from entering lobster traps. A simplified definition of a refugium proposed in an annex to that paper was:

A Refugium: 'A protected enclave within the original distribution range (elsewhere subject to catastrophic mortality by fishing), or a characteristic of the harvesting method, which allows a proportion of the stock to survive to maturity and replace the population as a whole'.

Areas with no legal confines were called 'Natural Refugia' by the UNEP/GEF South China Sea Project, and this appears to be a reasonable way of describing an area where a fishery closure is not enforced, but where fishing effort is excluded by the fisher's desire to avoid damage to the gear. This is how the original 'natural refugia' or rocky bottom areas in the Mediterranean must have functioned before fishing gear capable of harvesting these areas was introduced. Tab. 1 shows how the characteristics of the fishery refugium and the MPA, can be contrasted:

'Natural Refugia' without legal boundaries, depending on gear characteristics and not area-specific regulations determine the type of fishing gear used, and resemble the definition of a refugium given in Anthony and Caddy (1980) and reviewed in Dugan and Davis (1993). For the refugium approach to function, the technical specifications of the trawls used over the whole fishing grounds need regulating, and not solely within legislated boundaries. This requirement can be in part achieved by in-port inspection. A concrete example from outside the Mediterranean suggests there are

Tab. 1 - Technical characteristics of a Harvest Refugium and an MPA.

Caratteristiche tecniche di una zona "Rifugio" e di un'Area Marina Protetta.

	A Harvest Refugium	An MPA
The habitat	A feature of the natural environment on rocky or irregular bottom that discourages exploitation by a specific type of towed gear. No legal boundary is defined, although the refugia should be mapped for monitoring and advisory purposes. Trawls are prohibited from being equipped with modifications for work over rocky bottom. Refugia are characterized by bottom conditions where unmodified trawls would experience a high risk of damage if operating there. Maps are provided to fishermen of the refugia in their areas, but they operate under their own responsibility.	The boundaries to an area of the marine habitat are specified in legislation. The boundary, as defined, encloses an area considered to have ecological importance, or to be essential to life history stages of an exploitable resource.
Defining the habitat area	No legalized boundaries of refugia confines are required. Fishermen know the configuration of their fishing grounds, and are aware of the risk of gear damage or loss in areas characteristic of a refugium.	The area of the MPA does not necessarily include a homogenous type of habitat; it could also include trawlable bottom.
The fishery regulations that apply	The main regulation used is a strict specification of the characteristics of the fishing gear that make it unsuitable for use in a refugium.	Closely regulating an MPA requires continuous and strict control of access to be effective, involving either fisheries surveillance by control vessels or by satellite.
“	Moderate fishing by specified gears other than trawls may be permitted, as regulated by the number of licenses issued.	Fishing by any type of gear is normally prohibited in the MPA.
The size of the area concerned	The collective area characteristic of a refugium can be extensive.	Generally speaking, MPA's only make up a small proportion of the fishing grounds.

advantages to specifying that bottom trawls not be equipped with heavy chains or rollers in order to reduce the impacts of fishing gear there (Kaiser *et al.*, 2003). Bellman *et al.* (2005) compared the trajectories of trawl sets traced over a rocky area before and after prohibiting the addition of chains to the trawls. This showed that rocky areas received much lighter exploitation after a ban on chains used over rocky bottoms was introduced. The refugium paradigm has attracted increasing interest over the last few years (e.g.; Kinney and Simpfendorfer, 2009; Wells *et al.*, 2008), and appears to have important conservation benefits. Based on field observations in the Celtic Sea, Kinney and Simpfendorfer (2009) and Shephard *et al.* (2012) noted that highly dynamic sand banks there make trawling inefficient and unpredictable. The authors stated: “*We therefore suggest that the risk of losing gear due to a rough or unpredictable seabed likely best explains the low effort area of the Celtic Sea that now represents a de facto elasmobranch refuge*”. They added: “*Recent evidence suggests that*

protection of adults may be a more effective elasmobranch conservation strategy than focusing on (protection of) nursery grounds". In fact "deterministic stock/recruitment relationships mean that the contribution of juveniles to population growth rate is low compared to that of sub-adults and mature adults". An alternative to the refugium approach, (but requiring more effort in implementation), is satellite monitoring of a ban on fishing within an MPA, but is a more costly option and not well adapted to small vessels. A third option could be a ban on trawling in a lower bathymetric zone where rocky bottom conditions are common, if trawl modifications cannot be reversed. 'Natural refugia' of relevance to other fisheries include shell and algal beds for Dungeness crabs, submarine canyons for deep water rockfishes (e.g. Yoklavich *et al.*, 2000), and offshore reefs and banks for adults of many crustacean and demersal fish species. A large body of literature has documented how many species use structurally-complex and often fractal habitats as juveniles, but must negotiate open bottom areas for feeding or migration (Caddy, 2007, 2008). The feeding behavior of juvenile fish is often associated with forays from complex cover to feed in adjacent open areas (e.g. Walters and Juanes, 1993) where they are vulnerable to predation and capture. Referring to abalone stocks, Shepherd and Brown (1993) saw refugia as useful mechanisms at the metapopulation level: "*The term refugium is used in the context of fisheries management to refer to protected areas that serve as a source of replenishment to surrounding harvest zones*". These last authors noted three objectives of refugia for sedentary species: enhancement of egg production, maintenance of genetic diversity, and locations for experimental studies. Refugia may be larval sources, or physical refugia for predation abatement later in the life history (e.g., Herrnkind *et al.*, 1997; Hixon and Beets, 1993). The original significance of the term 'refugium' referred to protective areas existing over geological time scales, but was modified in Anthony and Caddy (1980) for modern fishery use. It has two components: first, the protective habitat, and the harvesting gear designed to be unusable on the rocky bottoms of a refugium. This definition of a refugium seems especially relevant in the Mediterranean: maturing survivors are hypothesized to move offshore into rocky refugia, for example, close to the shelf edge, there to mature and spawn (see e.g. Doumenge, 1966). (Note: A recent recommendation presented at GFCM has proposed applying the refugium concept in deeper water canyons near the Gulf of Lyons). Fig. 2 shows a hypothetical series (A-C) in the development of an inshore trawl fishery for juveniles, which then expands in area (B) until rockhopper trawls are introduced to exploit the refugium (C). They can harvest adults, and as a consequence, could eventually reduce the flow of larvae to new recruits on the inshore trawl grounds.

How an offshore refugium might increase reproductive contributions to an inshore fishery for juveniles

A useful perspective is that the capture of a mature female terminates a train of future benefits from population replenishment to its offspring (e.g. Prager *et al.*, 1987; Caddy and Seijo, 2002). A comparison of lifetime reproductive contributions to the future generation is attempted below (for hake) under 3 different hypotheses. This used the best data located and reasonable survival rates for adults and juveniles, but could be repeated for other species. A wider range of methods for estimating M-at-age is given in Ragonese *et al.* (2006), and based on field studies in the North Sea (Sparholt, 1990). A review (Caddy, 1991) of the few available juvenile M-at-age estimates for sea fishes gives the typical M-vector as a steeply declining M-at-age for the first few years of life, reflecting high predation. (Not excluded here is another contributing factor: the incidental mortality of juveniles passing through the cod end, which in the absence of other information, would also be considered as natural

mortality). The impact of fishing on recruitment was investigated by assuming constant recruitment, and the M-at-age trajectory given by Abella *et al.* (1997) was applied to a population of 50,000 females at age 0+ (Tab. 3; A-C). The fecundity/recruit calculation used by Caddy and Seijo (2002) was repeated, but following three different assumptions for the vector of fishing mortality. First, that a refugium provides moderate protection to females from age 4yr and over approaching maturity (for hake) which then migrate into deeper water, and into a refugium. Secondly, a more marked migration offshore from the inshore fishery was assumed. The accumulated fecundities of surviving age groups were calculated in both cases up to age 14, using the fecundity relationship from Cesarini (1994). These simulations were compared to another following the conventional assumption of a constant adult fishing mortality from age 5 onwards; all other parameters being equal (Tab. 2). A declining vector of M-at-age for juveniles was assumed for all simulations (Fig. 3), using the parameters employed by Caddy and Seijo (2002). The F's-at-age were allowed to decrease from ages 4 or 5 onwards, either to below or to above the natural mortality rate at age (Tab. 3). These simulations test in a general way the refugium hypothesis as it applies to recruitment. Although the F trajectory with age could certainly assume different forms, a comparison between the simulations is of interest.

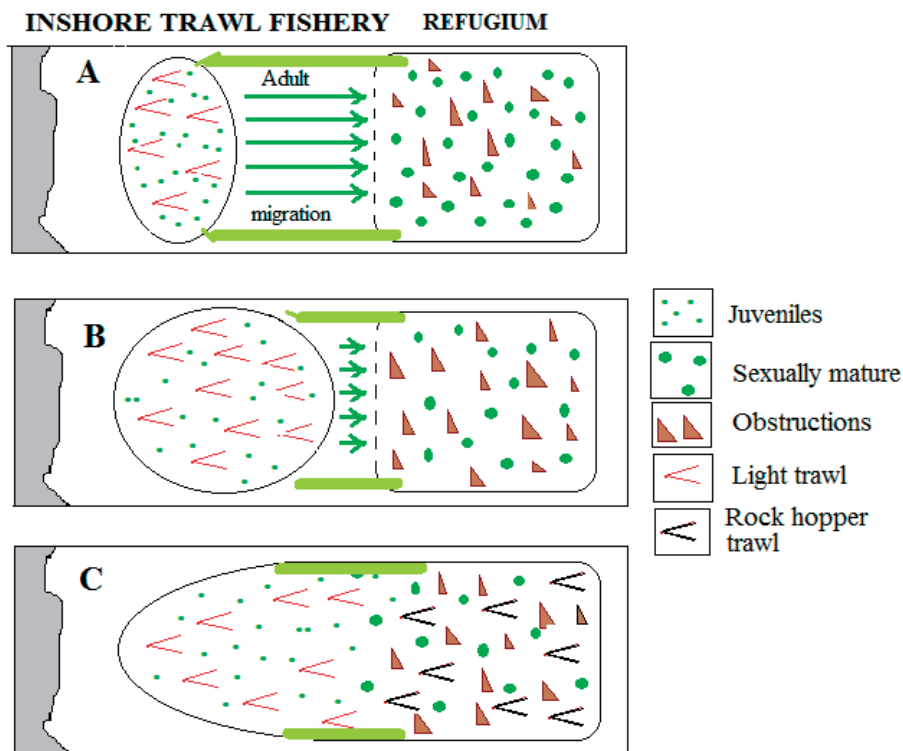


Fig. 2 - A) The inshore fishery with an unexploited refugium where adult hake supply recruits to the inshore fishery. B) Expansion of the inshore fishery. C) Rock hopper trawls are introduced to fish the refugium. (Dark green lines represent offshore migration of maturing fish, and light green lines the recruitment of juveniles to the inshore fishery).

A) Pesca costiera; da una zona "rifugio" non sfruttata, gli adulti di nasello riforniscono la nursery costiera. B) Espansione della pesca costiera. C) Introduzione di reti a strascico che pescano nell'area "rifugio". (Le linee verde scuro rappresentano la migrazione di pesci in maturazione, quelle verde chiaro il reclutamento di giovanili alla pesca costiera).

Tab. 2 - Parameters used in the simulation.

Parametri usati nella simulazione.

$$M_i = \alpha + \beta / I \quad (\alpha = 0.1416; \beta = 1.4032)$$

von Bertalanffy growth: ($L_\infty = 79.1$ cm; $K = 0.185$)

Fecundity at age: $FEC_i = A.L_i^B$: ($A = 2.55$; $B = 3.07$)

Fishing mortality: (hypothesized F vector with peak mortalities at age 4-5 of $F = 0.7-0.8^*$).

(*This is not the highest fishing mortality for a Mediterranean hake stock – see Caddy and Abella, 1999).

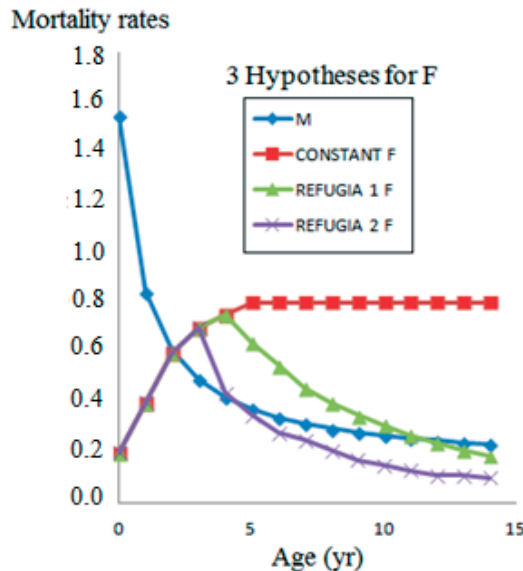


Fig. 3 - Showing 3 vectors of fishing mortality, and a common vector of natural mortality at age used in all the simulations. (The fishing mortalities for juveniles aged 0+ to 3+ are the same for all three simulations).

Sono mostrati 3 vettori di mortalità da pesca (F) ed un vettore comune di mortalità naturale (M) per età, usati in tutte le simulazioni. (Le mortalità da pesca dei giovanili, aventi classi di età da 0+ a 3+ sono le stesse per tutte e tre le simulazioni).

Impacts of trawling on juveniles

Apart from significant numbers of juveniles discarded dead, incidental mortalities to juveniles not retained by the trawl were reviewed in Sangster *et al.* (1996) and Caddy and Seijo (2011). Experimental evidence suggested that roughly 20-30% of juveniles, (to some extent dependent on species) die soon after trawl escapement, in part due to injuries, but also due to exhaustion after prolonged swimming in front of the trawl. These juveniles are increasingly vulnerable to predation after escapement. Repeated capture and escapement of juveniles will result from a common strategy of repeated trawling the same restricted fishable areas, which leads to multiple escapements and recaptures of the same juveniles and will accentuate indirect mortalities. This consideration makes a conventional Y/R calculation very optimistic as to the survival of escaped juveniles, so that the standard Y/R argument in favor

of mesh size increases is less convincing. Y/R calculations erroneously assuming constant natural mortality rates for juveniles and adults also greatly overestimate juvenile survival, and support overoptimistic calculations of yield and spawning potential for survivors at larger sizes.

Tab. 3 - A): Calculation of total fecundity of female survivors, assuming a constant fishing mortality applies to mature fish. (100000 individuals: 50% females). B): Calculation of total fecundity of female survivors, assuming a strong refugium effect applies.

A) *Calcolo della fecondità totale delle femmine sopravvissute, assumendo un tasso di mortalità da pesca costante, da applicare ai maturi (100000 individui: 50% di femmine). B): Calcolo della fecondità delle femmine sopravvissute, assumendo un forte effetto "rifugio".*

A)

Age	Fecundity	M's at age	F	Survival rate	# surviving	Length (cm)	# Eggs produced	Catch (#)
0,5	0	2,95	0,10	0,05	2373	7,1		1562,6
1,5	0	1,08	0,20	0,28	662	19,4		268,0
2,5	0	0,70	0,40	0,33	220	29,6		160,3
3,5	124250	0,54	0,60	0,32	70	38,1		78,5
4,5	233209	0,45	0,70	0,32	22	45,2		29,1
5,5	362114	0,44	0,75	0,30	7	51,1	2435371	9,7
6,5	500222	0,36	0,80	0,31	2	56,0	1057296	3,2
7,5	638997	0,33	0,80	0,32	0,684	60,0	436865	1,0
8,5	772407	0,31	0,80	0,33	0,226	63,4	174610	0,3
9,5	896636	0,29	0,80	0,34	0,076	66,2	68196	0,1
10,5	1009604	0,28	0,80	0,34	0,026	68,5	26201	0,0
11,5	1110494	0,26	0,80	0,35	0,009	70,5	9949	0,0
12,5	1199347	0,25	0,80	0,35	0,003	72,1	3746	0,0
13,5	1276743	0,25	0,80	0,35	0,001	73,4	1402	0,0
14,5	1343575	0,24	0,80	0,35	0,000	74,5	522	0,0
15,5	1400881	0,23	0,80	0,36	0,000	75,5	194	0,0

TOTAL #
EGGS: 4214351

Total lifetime eggs produced/size of maternal generation (age 0+) = 84,3

B)

Age	Fecundity	M's at age	F	Surv. Rate	Survivors	Length (cm)	# Eggs laid	Catch (#)
0,5	0	2,95	0,10	0,05	2373	7,1		1562,6
1,5	0	1,08	0,20	0,28	662	19,4		268,0
2,5	0	0,70	0,40	0,33	220	29,6		160,3
3,5	0	0,54	0,60	0,32	70	38,1		78,5
4,5	0	0,45	0,70	0,32	22	45,2		29,1
5,5	362114	0,40	0,44	0,43	10	51,1	3467284	6,6
6,5	500222	0,36	0,35	0,49	5	56,0	2360770	2,4
7,5	638997	0,33	0,28	0,54	3	60,0	1640731	1,0
8,5	772407	0,31	0,25	0,57	1	63,4	1136634	0,5
9,5	896636	0,29	0,21	0,61	0,893	66,2	800839	0,2
10,5	1009604	0,28	0,17	0,64	0,572	68,5	577718	0,1
11,5	1110494	0,26	0,15	0,66	0,378	70,5	420193	0,1
12,5	1199347	0,25	0,13	0,68	0,258	72,1	309151	0,0
13,5	1276743	0,25	0,11	0,70	0,181	73,4	230632	0,0
14,5	1343575	0,24	0,11	0,71	0,128	74,5	171310	0,0
15,5	1400881	0,23	0,10	0,72	0,091	75,5	128139	0,0

TOTAL #
EGGS: 11243402

Total lifetime eggs produced/size of maternal generation (age 0+) = 224,9

The first population fecundity simulation (Tab. 3A), assumes the conventional idea that F-at-age remains asymptotic after full retention by the gear. This is compared with simulations assuming a pronounced decline in catchability (Tab. 3B) after age 4. It has been assumed that 50% of the eggs hatch to females.

The assumption of a strong decline in F-at-age more than doubled egg production/maternal generation (Tab. 4). The above simulations suggest that while the high fecundity of *Merluccius merluccius* makes it resistant to declines in population fecundity due to overfishing, doubt could be expressed that the above figures represent safe margins of female survival needed to replenish the population.

Tab. 4 - Number of eggs produced per female (Ages 0+ to 14); change in fecundity relative to the F constant case, and planktonic survival of eggs to age 0+.

Numero di uova prodotte per femmina (classi di età da 0+ a 14); cambi nella fecondità relativa, nel caso di F costante e sopravvivenza degli esemplari in classe 0+ (fase planctonica).

	# eggs/mother	female eggs/mother	3-5% of age 0+ females
a) Assuming F constant for ages 6+:	84	42	1.26 -2.10
b) A pronounced decline in F-at-age (4+):	225	112.5	3.38 - 5.63

To obtain an order of magnitude for survival of larvae after hatching, and to find how many 0+ recruits become a second generation of age 0+ animals, two hypotheses were followed in the above table.

First it is assumed that 50% of eggs hatch as females. These estimates also depend on larval survival rates for another species (*Merluccius capensis* from the SE Atlantic), with an estimated larval survival of 3-5% for the 30-35 day larval stages (Garavelli *et al.*, 2012). If these larval survival rates approximate for *M. merluccius* larvae, the net survival to 2nd generation age 0+ recruits in Tab. 4 is between 1 and 5 juveniles at age 0+ per female, considering all simulations. Fisheries where the survival rates are below unity are at serious risk of recruitment overfishing. An additional mortality factor not imposed, is an unknown proportion of eggs spawned that may be unviable or unfertilized. Some 20-30% of surviving juveniles die incidentally to trawling, which also is not taken into account here. Thus, survival to the next generation in the simulations using a peak F=0.7, may already be below the 1:1 ratio considered in the axiom of Charnov (1993) for a sustainable population: i.e., one where a mature female reproduces 1 female in the next generation. Another conclusion from this calculation is that the reciprocal equation for natural mortality at age brings us close to a reasonable measure of predation at age for yield calculations, although these calculations should be repeated if better data or assumptions are available. Given that survival to maturity is an improbable event with this mortality vector, any measure that better conserves the surviving spawning stock should be given top priority, for example, by reducing adult as well as juvenile mortality rates.

Fishery refuges for demersal resources may exist within the Mediterranean marine environment

The contrast between the geo-physical environment of the Mediterranean compared with the North Sea and Northeast Atlantic where 'scientific fishery management' first got underway, was remarked on by Caddy (2012). Looking back in time, management of northern European Seas did not place a high priority on specific measures to conserve mature fishes (except by aiming to regulate exploitation rate, and hence, in theory, increasing survival of older fish). This failure may have been critical. From a recent perspective, Thurstan *et al.* (2010) noted that 88% of European fish stocks monitored by the European Commission were overfished in 2009. From as far back as 1899, when UK statistics for demersal fisheries were reviewed, (after correcting for changes in fishing power), the productivity of these fisheries (landings per unit of fishing power), has since declined by as much as 94%. From a conservation viewpoint, this suggests that the methods of harvesting, assessment and management used in the North Sea have not been very effective, perhaps in part due to a shortage of refugia, and the targeting of adult fish? A relevant issue when comparing the fisheries of the North Sea and the North Mediterranean shelf and slope, is geomorphological: the North Mediterranean Sea has a narrow continental shelf with abundant rocky outcrops, leading down to a steep continental slope characterized by a high proportion of rocky substrates with limited trawlable bottom. In contrast, the North Sea has a predominance of sedimentary substrates, with smaller areas unsuitable for trawling. Reducing the risk of over-fishing in the North Sea would then depend on establishing efficient MPA's which need to be actively regulated. This could be difficult, given the shared nature of multinational fishing grounds in the NE Atlantic. In the Northern Mediterranean, before towed harvesting gear was modified for use over rough bottom, outcrops were untrawlable 'natural refugia'. However, recent publications describe research in the Spanish Mediterranean on the destructive effects of trawling the continental slope by industrialised scale vessels which began in the mid-1960s. These have become evident, not only for the bottom fauna. Reworking the bottom topography of the continental slope by intensive trawling, heavy gear raises massive clouds of fine sediment visible by satellite. This must have decreased the extent of refugia containing epifauna and other sheltering features. A team of marine scientists in Spain (Laursen, 2012; Puig *et al.*, 2012) studying impacts of trawling on the continental slope, found that this displaced 5,400 tonnes of sediment down-slope in just 136 days. This vast displacement of sediment, and the consequent changes to the submarine landscape, must dramatically alter the ocean floor and harm deep sea habitats.

Fisheries for juveniles

Taking juvenile fish by small mesh trawls seems an inefficient use of growth potential, though it has been sustainable in the past with functional refugia, and satisfies a market demand. Currently, juveniles are captured with 40 mm stretched mesh cod ends in the first or second year of life. While this 'inefficiency' has been illustrated by frequent yield/recruit analyses, the assumptions underlying these analyses have been questioned, notably in relation to the natural mortality rates at age experienced by juveniles (Abella *et al.*, 1997; Caddy and Seijo, 2002). The high loss rate of juveniles by predation is not entirely negative: it also mitigates density dependent growth, and makes a contribution to the food resources of predators in the ecosystem. Considering the biomass lost to predation on early age groups is higher than by fishing (Fig. 4), seems a biologically reasonable conclusion.

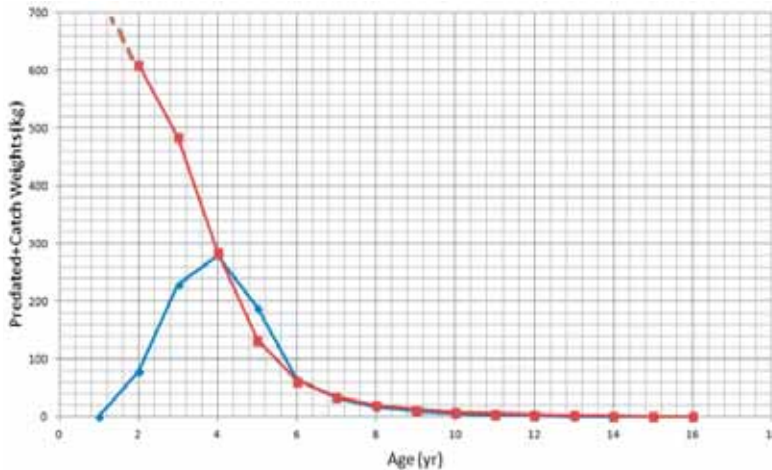


Fig. 4 - Comparing weights of a cohort caught and predated using M declining with age and a refugium in operation. As might be expected biologically, predation on ages 1-3 considerably exceeds catches of the same ages which remain similar for older fishes.

Confronto tra i pesi di una coorte catturata e predata, usando M decrescente con l'età e il concetto di "rifugio". Come biologicamente c'era da aspettarsi, per le classi di età 1-3 la predazione supera le catture, mentre rimane simile per le classi di età maggiori.

The frequent criticisms of trawl fisheries for juveniles as influenced by a North Atlantic perspective are not as clear cut as would seem at first. Small mesh trawls take small cephalopods and shrimp as a valuable bycatch, but more important, the incorrect assumption commonly made in yield/recruit models is that most juveniles escape unharmed through the cod end, and suffer a low but constant natural mortality to be caught later at a larger size. Yield per recruit calculations for fine mesh gear assuming a low and constant natural mortality rate thus overestimate the increase in yield with larger mesh sizes, and underestimate the share of predators, which exceeds that of the fishery for early year classes (Fig. 4). While growing between the original and new sizes at capture, a significant number of juveniles are predated or killed incidentally. The assumption of a constant natural mortality rate in mesh calculations for the North Sea and elsewhere therefore underestimates predation rates on juveniles, as well as the indirect damage caused by passage through the trawl. Despite the enormous fecundity of hake, it is inevitable that even in unfished populations, very few age 0+ to 2+ juveniles survive predation. Hence a fishery for juveniles, for the large part, harvests fish which in unfished conditions would rarely survive predation. In fact, moderate exploitation of dense schools of juveniles could reduce pressure on their food resources and allow survivors to grow more rapidly to a reproductive age. Applying a more realistic M -at-age curve which starts high and descends with age (e.g. Caddy, 1991; Abella *et al.*, 1997), considerably reduces the advantages of a mesh size increase (Fig. 5). The probability of an individual recruit reaching sexual maturity is very low, and this suggests the need for spatial protection of adults within their habitat. Minimum legal sizes of capture/landing also increase the risk of discarding dead juvenile fish. Research in northern Europe and North America on the low survival of small fish passing through cod ends (e.g., Chopin and Arimoto, 1995; Suuronen, 2005; Caddy and Seijo, 2011), suggests that for small fishes, apart from injury, exhaustion after swimming in the trawl mouth

depletes glycogen reserves and increases the risk of predation. A particular fishing strategy, namely repeated trawling over the same limited areas, also risks repeated capture and incidental mortality of escaped juveniles (Caddy and Seijo, 2011). These factors need taking into account in judging the impacts of trawling on juveniles, and they support the use of significant incidental mortality rates for 0+ and 1+ ages in yield/recruit calculations, even if predation is the main cause of incidental losses. Another factor, equally important on rough bottom areas, is the destruction of the habitats needed by juveniles. Using modern technologies to locate and fish close to rocky outcrops captures fish in their foraging arenas located close to protective rough bottom. Finally, the loss of gear when fishing on rocky bottoms is a major cause of 'ghost fishing' which probably leads to substantial juvenile mortalities (See Link and Demarest, 2003). Few studies have examined the performance of fine mesh trawls, but a pressure wave in front of a trawl may help larger fish avoid capture if the meshes have been blocked by debris. A more convincing reason for the low proportion of adults captured, is the seasonal migration of pre-spawners towards deeper rocky areas (e.g. Doumenge, 1966), which takes them partially out of the range of action of the inshore trawl fleet. These mechanisms suggest a decline in catchability of larger demersal fishes by the inshore trawl fleet is probable, and is seen in some cohort analyses. Where cohort analyses for any species shows a decline in F with age, this may be in part due to emigration from the fishing grounds. For conservation of large sexually-mature individuals by refugia, limiting fleet access to areas of rocky bottom where a high biodiversity of vegetation and epifauna exists may not be achieved by patrol vessel surveillance alone; alternative methods, such as satellite surveillance for smaller fishing vessels may be expensive. The structure of a trawl is easily controlled in port, and such restrictive gear regulations have been effective in protecting rocky areas in some US fisheries (e.g. Bellman *et al.*, 2005) and might be a cost-effective management measure. If this is impractical, mapping shelf outcrops followed by their inclusion in MPAs, would be an alternative.

Assessment priorities

If a population is not homogenous or stationary, this complicates its assessment and the setting of reference points. Ideally, seasonal sampling in areas of juvenile abundance and hypothetical refugia should be carried out. Although quantitative sampling in refugia will be difficult, recording locations where mature fish were captured could be useful. The approach in Caddy and Abella (1999) may also be attempted. VPAs and Thompson-Bell analyses can be carried out assuming a declining M -vector and should provide clues on the effects of changing effort on yield and population fecundity. They imply realistically higher estimates of juvenile abundance before predation. These approaches could lead to the formulation of reference points for management. An approach to this objective is illustrated in Fig. 5.

Two trials with a Thompson-Bell methodology provided estimates of $F_{\max}$:

- 1) Assuming constant M at age; ($F_{\max} = 0.5$)
- 2) Assuming M -at-age declines as per the reciprocal relationship; ($F_{\max} = 0.6$)

This exercise illustrates the so-called 'wastage' in yield per recruit for case 2: when in fact this is a more realistic presentation of predator losses in a fishery for juveniles than in case 1, which simply assumes a constant low predation rate on juveniles. An alternative approach for the 2 cases would be to calculate a Limit Reference Point (LRP) by analogy to the method used to calculate the $F_{0.1}$ LRP in Gulland and Boerema (1973).

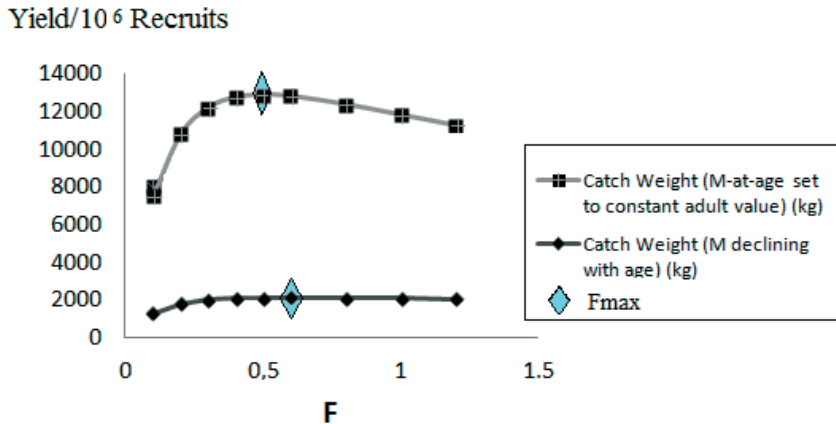


Fig. 5 - Comparing two approaches to calculating yield per recruit, illustrating the marked differences due to different assumptions as to the M-at-age (see text).

Confronto tra due approcci per calcolare il rendimento per recluta: si notino le marcate differenze dovute alle differenti assunzioni di M per età (v. testo).

The importance of cover in life histories

Human activities reduce the complexity of marine habitats by the impact of bottom gears, but structural complexity is needed for predation abatement and foraging success (Caddy, 2007). Unfished refugia must have been islands of complexity eliminated by repeated trawling. Habitat destruction as a side effect of excessive trawling has been widely documented, and given the slow growth of epifauna can only be remediated by ceasing dragging for a period of years. Gillanders *et al.* (2003) showed that many organisms pass through different habitat types in ontogeny, involving migratory behavior when they are vulnerable to a lack of suitable habitat. In the absence of the structural complexity within a natural refugium, recruitment to maturity may be restricted by predator-mediated bottlenecks (e.g. Caddy, 1986; Wahle and Steneck, 1991; Beck, 1995). Why a shortage of cover can lead to bottlenecks in recruitment was discussed by Caddy (2007): the supposition was that the availability of suitable microhabitats may be the restriction on the productivity of a habitat, and not solely due to restricted trophic resources available. In a review of Marine Protected Areas (MPAs) in the Mediterranean, Caddy (2000) argued that: "The existence of natural refugia offers one of the few arguments of how a spawning stock of demersal fish has survived in the face of heavy fishing pressure". Precision navigational and fish-finding equipment, and trawls designed to avoid hang-ups on rocky bottoms allow fishing in "high risk" areas near rock outcrops; i.e., in the foraging arenas of the organisms sheltering there. This high risk strategy also leads to the high frequency of "net hangs" documented by Link and Demarest (2003) in rocky areas, which become strung with non-biodegradable synthetic netting that "ghost fishes" resident ichthyofauna. This can only be counteracted by a properly-regulated MPA, or by regulations banning equipment designed for rocky bottoms, which rely on the desire of fishermen to avoid risk by not fishing refugia with unmodified gears. The importance of such effective area closures comes from avoiding technical 'improvements' where they lead to effort being concentrated onto critical nursery areas and foraging arenas.

A traffic light approach to defining a limit reference point based on Charnov's hypothesis

At a fundamental level, seeing a criterion for population stability leads to the hypothesis of Charnov (1993) that this will be achieved if lifetime fecundity of eggs by a female in the population results in at least 1 spawning female surviving to spawn. Fig. 6 illustrates in a very tentative fashion.

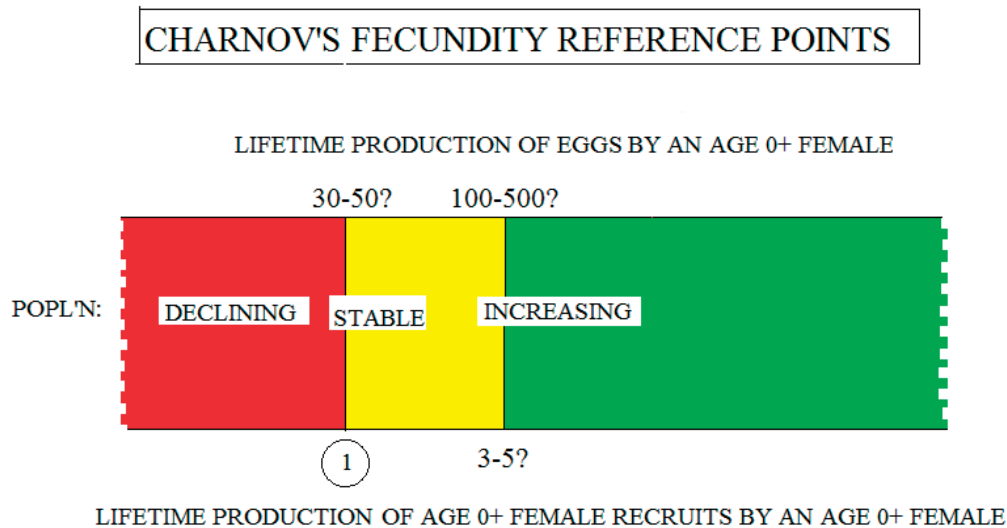


Fig. 6 - Traffic light representation of Charnov's criterion: the survivors to reproduction of the progeny are fewer than the spawning population this is represented as a red coloration implying danger. A safe situation (green) in this figure is given by more than 3-5 female recruits surviving for every female recruit of the previous generation.

Rappresentazione di tipo "Traffic light" del concetto di Charnov. Area rossa (declino): i riproduttori sopravvissuti della progenie sono meno dei riproduttori della generazione precedente. Area verde (aumento): le reclute femminili sopravvissute sono più di 3-5 volte le reclute femminili della generazione precedente.

Research priorities suggested by the refugium concept

The development of trawl fisheries on the Mediterranean continental slope to harvest large hake and deep water shrimp must affect recruitment processes of other species of mature fish taken incidentally, by:

1) Fishing over rough bottom which enhances the probability of gear loss, inducing 'ghost fishing' by lost gear.

2) Trammel and gill nets are also used on rocky bottom may take a significant proportion of mature fish.

If the refugium hypothesis is valid, then these measures may have negative impacts on the reproductive potential of some stocks. It seems important to learn the relative risks to mature fish of key species resulting from the gear types used in the north Mediterranean. Surveying the distribution of mature life history stages for important fishery resources, and deciding what modifications to the gear could effectively protect natural refugia is a research priority, and would also allow likely areas for refugia to be pinpointed.

Conclusions - This paper changes emphasis from the usual concern with survival of recruits, to the protection of the few surviving adults after very high mortality rates in the early life history. The conventional spawner-recruit relationship used in many fishery assessments can be seen as a way of acknowledging our lack of information on the survival of early life history stages, even though it must be evident that for high fecundity species, a 'constant natural mortality rate' is incompatible with Charnov's principle. Conservation of spawners by refugia or MPA's seems appropriate, and the fecundity per recruit calculations reported confirm the validity of the reciprocal function for M-at-age as being reasonable for fecundity/recruit calculations and age-structured assessment work. As already shown by Abella *et al.* (1997), the 40 mm stretched mesh size now applied in Mediterranean trawl cod ends may be sub-optimal in the proportion of immature fish harvested, but this is unlikely to be changed greatly by a mesh size increase, given the high loss rates due to predation, and damage by the gear to fish and habitats. Management of the Mediterranean inshore trawl fishery should be supplemented by inshore closures to protect epifauna and flora required for cover and protection from predation of juveniles of a variety of species (Caddy, 2013). Protecting juvenile distribution areas (and the essential epifauna/flora they contain), rather than legislating further increases in mesh size, remains one priority, and could be achieved by seasonal closures of nursery areas to fishing, or their protection by artificial anti-trawling equipment, the so-called 'sleeping policemen'. It is perhaps even more important to conserve the few survivors to maturity, by restoring effective refugia. The inefficiency of small mesh trawls for capturing large, mature fishes may have been one factor that helped conserve a productive fishery in the past. It is suggested that the survival of fisheries elsewhere that capture a significant proportion of juveniles at a high fishing mortality, usually depends on the presence of refugia, whether this is recognized or not. The use of modified trawls on rough bottom to take larger, older fishes has likely had a negative influence on spawning stocks. Targeting older fish may slightly increase the net yield per recruit, but in effect reduces the overall fecundity of the population. It would seem appropriate to apply this concern with maintaining adequate spawning stocks as a key criterion for management of Mediterranean demersal resources. The observation that catchability declines with age for fine-mesh trawls was suggested by Abella *et al.* (1997) and Aldebert and Recasens (1996), and it is suggested this may be diagnostic of a reproductive refugium beyond the trawling grounds. The conclusion is that the 'refugium paradigm' is a precautionary approach that helps protect the very few fish surviving to sexual maturity. These are believed to survive in untrawlable areas, and given their high fecundity, and from the simulations presented here, may be sufficient in numbers for stock replacement as long as juvenile mortality rates are kept under control. Larger fish are also taken using trammel or gill nets that fish rocky areas. These gears should be used sparingly in areas designated as refugia, and the refugium and MPA concepts imply the need for a strongly-implemented spatial framework for management, with direct and indirect controls on the means of capture. If overall management also controls overall fishing effort, single species assessments may not need to be updated annually, as in areas where management is by quotas, but specific monitoring of sexual maturity and spawning is suggested. If formal closed areas are chosen to regulate exploitation, ie., management by MPA's, obligatory black boxes should be installed on fishing vessels to allow satellite tracking, and appropriate penalties agreed to for ignoring area closures. In a note published by the European Parliament, Caddy (2012) pointed to the largely unrecognized role of natural refugia in contributing to demersal fish sustainability in the absence of quotas and restrictive capacity control. A general changeover in management strategy seems called for, from almost exclusive concern with protecting juveniles, to

also protecting areas where adult spawners are congregating. Protecting juveniles is important, but not by means of mesh size increases, whose technical justification is debatable and risks transferring effort onto the spawning stock.

References

- ABELLA A.J., CADDY J.F., SERENA F. (1997) - Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. *Aquat. Living Resour.*, **10**: 257-269.
- AGARDY T. (2000) - Effects of fisheries on marine ecosystems: a conservationist's perspective. *ICES J. Mar. Sci.*, **57** (3): 761-765.
- ALDEBERT Y., RECASENS L. (1996) - Comparison of methods for stock assessment of European hake *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Living Resour.*, **9**: 13-22.
- ANTHONY V.C., CADDY J.F. (1980) - Proceedings of the Canada-US Workshop on status of assessment science for N.W. Atlantic lobster (*Homarus americanus*) stocks. (St. Andrews, N.B., Oct. 24-26, 1978). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **932**: 186 pp.
- BECK M.W. (1995) - Size-specific shelter limitation in stone crabs: a test of the demographic bottleneck hypothesis. *Ecology*, **76**: 968-980.
- BELLMAN M.A., HEPPELL S.A., GOLDFINGER C. (2005) - Evaluation of a US west coast groundfish habitat conservation regulation via analysis of spatial and temporal patterns of trawl fishing effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **62**: 2886-2900.
- BEVERTON R.J.H., HOLT S.J. (1957) - *On the Dynamics of Exploited Fish Populations*. Her Majesty's Stationery Office, London: 553 pp.
- CADDY J.F. (1986) - Modelling stock-recruitment processes in Crustacea: some practical and theoretical perspectives. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **43** (11): 2330-2344.
- CADDY J.F. (1991) - Death rates and time intervals: is there an alternative to the constant natural mortality axiom? *Rev. Fish Biol. Fisher.*, **1**: 109-138.
- CADDY J.F. (2000) - A fisheries management perspective on marine protected areas in the Mediterranean. *Environ. Conserv.*, **27** (2): 98-103.
- CADDY J.F. (2007) - *Marine Habitat and Cover: their importance for productive coastal fishery resources*. Oceanographic Methodology Series, UNESCO Publishing: 253 pp.
- CADDY J.F. (2008) - The importance of "Cover" in the life histories of demersal and benthic marine resources: a neglected issue in fisheries assessment and management. *B. Mar. Sci.*, **83**: 7-52.
- CADDY J.F. (2012) - *The role of GFCM in regional fisheries management*. IP/B/PECH/IC/2012-070, November 2012. European Parliament, Directorate-General for Internal Policies: 66 pp.
- CADDY J.F. (2013) - Why do assessments of demersal stocks largely ignore habitat? *ICES J. Mar. Sci.*, doi: 10.1093/icesjms/fss199.
- CADDY J.F., ABELLA A.J. (1999) - Reconstructing reciprocal *M* vectors from length cohort analysis (LCA) of commercial size frequencies of hake, and fine mesh trawl surveys over the same grounds. *Fish. Res.*, **41**: 169-175.
- CADDY J.F., SEIJO J.C. (2002) - Reproductive contributions foregone with harvesting: a conceptual framework. *Fish. Res.*, **59**: 17-30.
- CADDY J.F., SEIJO J.C. (2011) - Destructive fishing practices by bottom gears: a broad review of research and practice. *Ciencia Pesquera*, **19** (N.E.): 5-58.
- CESARINI A. (1994) - *Biologia riproduttiva e fecondità di Merluccius merluccius (Linneo, 1758) nel Mar Tirreno Settentrionale*. Tesi di laurea, Università di Pisa: 136 pp.
- CHARNOV E.L. (1993) - *Life history invariants*. Oxford Series in Ecology and Evolution, Oxford University Press: 184 pp.
- CHOPIN F.S., ARIMOTO T. (1995) - The condition of fish escaping from fishing gears - a review. *Fish. Res.*, **21**: 315-327.
- DOUMENGE F. (1966) - Hydrologie, biologie et pêche en Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Languedocienne de Géographie*, 3 Ser., **2** (4): 34 pp.
- DUGAN J.E., DAVIS G.E. (1993) - Applications of marine refugia to coastal fisheries management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**: 2029-2042.
- GARAVELLI R., GRÜSS A., GROTE B., CHANG N., SMITH M., VERLEY P., STENEVIK E.K., KAPLAN D.M., LETT C. (2012) - Modeling the dispersal of Cape hake ichthyoplankton. *J. Plankton Res.*, **34** (8): 655-669.

- GILLANDERS B.M., ABLE K.W., BROWN J.A., EGGLESTON D.B., SHERIDAN P.F. (2003) - Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important component of nurseries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **247**: 281-295.
- GULLAND J.A., BOEREMA L.K. (1973) - Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull.*, **71** (2): 325-335.
- HERRNKIND W.F., BUTLER M.J. IV, HUNT J.H., CHILDRESS M. (1997) - Role of physical refugia: implications from a mass sponge die-off in a lobster nursery in Florida. *Mar. Freshwater Res.*, **48**: 759-770.
- HIXON M.A., BEETS J.P. (1993) - Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. *Ecol. Monogr.*, **63**: 77-101.
- KAISER M.J., COLLIE J.S., HALL S.J., JENNINGS S., POINER I.R. (2003) - Impacts of fishing gear on marine benthic habitats. In: Sinclair M., Valdimarsson G. (eds), *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. FAO and CABI Publishing: 197-217.
- KINNEY M.J., SIMPFENDORFER C.A. (2009) - Reassessing the value of nursery areas to shark conservation and management. *Conservation Letters*, **2**: 53-60.
- LAURSEN L. (2012) - Fish trawling reshapes deep-sea canyons. *Nature News*, doi: 10.1038/nature.2012.11356.
- LINK J.S., DEMAREST C. (2003) - Trawl hangs, baby fish, and closed areas: a win-win scenario. *ICES J. Mar. Sci.*, **60** (5): 930-938.
- PRAGER M.H., O'BRIEN J.F., SAILA S.B. (1987) - Using lifetime fecundity to compare management strategies: a case history for striped bass. *N. Am. J. Fish. Manage.*, **7**: 403-409.
- PUIG P., CANALS M., COMPANY J.B., MARTIN J., AMBLAS D., LASTRAS G., PALANQUES A., CALAFAT A.M. (2012) - Ploughing the deep sea floor. *Nature*, **489**: 286-289.
- RAGONESE S., ABELLA A., FIORENTINO F., SPEDICATO M.T. (2006) - Methods for estimating the instantaneous rate of natural mortality (M) in fisheries science with particular reference to the Mediterranean. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (3): 1-151.
- RIESER A. (2000) - Essential fish habitat as a basis for marine protected areas in the U.S. Exclusive Economic Zone. *Bull. Mar. Sci.*, **66**: 889-899.
- SANGSTER G.I., LEHMANN K., BREEN M. (1996) - Commercial fishing experiments to assess the survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh cod-ends. *Fish. Res.*, **25**: 323-345.
- SHEPHARD S., GERRITSEN H., KAISER M.J., REID D.G. (2012) - Spatial Heterogeneity in Fishing Creates *de facto* Refugia for Endangered Celtic Sea Elasmobranchs. *PLoS ONE*, **7** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0049307.
- SHEPHERD S.A., BROWN L.D. (1993) - What is an Abalone stock: implications for the role of refugia in conservation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50** (9): 2001-2009.
- SPARHOLT H. (1990) - Improved estimates of the natural mortality rates of nine commercially important fish species included in the North Sea Multispecies VPA model. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **46** (2): 211-223.
- SUURONEN P. (2005) - Mortality of fish escaping trawl gears. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **478**: 72 pp.
- THURSTAN R.H., BROCKINGTON S., ROBERTS C.M. (2010) - The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. *Nat. Commun.*, **1**, doi: 10.1038/ncomms1013.
- YOKLAVICH M.M., GREENE H.G., CAILLIET G.M., SULLIVAN D.E., LEA R.N., LOVE M.S. (2000) - Habitat associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge. *Fish. Bull.*, **98**: 625-641.
- WAHLE R.A., STENECK R.S. (1991) - Recruitment habitats and nursery grounds of the American lobster *Homarus americanus*: a demographic bottleneck? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **69**: 231-243.
- WALTERS C.J., JUANES F. (1993) - Recruitment limitation as a consequence of natural selection for use of restricted feeding habitats and predation risk taking by juvenile fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**: 2058-2070.
- WELLS R.J.D., COWAN JR J.H., PATTERSON III W.F., WALTERS C.J. (2008) - Effect of trawling on juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) habitat selection and life history parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **65**: 2399-2411.

G. SCARCELLA, F. GRATI, P. POLIDORI, S. LEONI, G. PELLINI, E. PUNZO, B. BRUNETTI,
S. RAICEVICH¹, O. GIOVARDI¹, T. FORTIBUONI¹, T. RUSSO², M. DESPALATOVIĆ³,
I. CVITKOVIĆ³, G. FABI

Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR),
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

g.scarcella@ismar.cnr.it

¹ISPRA, Chioggia (VE), Italia.

²LESA-TVUR, Roma, Italia.

³IOF, Split, Croazia.

ZONE RIFUGIO PER LA SOGLIOLA IN ADRIATICO CENTRO-SETTENTRIONALE: OSSIMORO O CASO DI STUDIO?

REFUGIUM AREAS FOR COMMON SOLE IN THE CENTRAL AND NORTHERN ADRIATIC SEA: OXYMORON OR CASE-STUDY?

Abstract - The spatial distribution of common sole adults in the northern and central Adriatic Sea has been analysed together with the spatial patterns of "rapido" trawl fishing effort and holothurians and bryozoans assemblages. Areas not suitable for the "rapido" trawl activity due to the high occurrence of megazoobenthos represent refugium zones with important implications for the stock sustainability.

Key-words: benthos, flatfish fisheries, geographical distribution, trawling.

Introduzione - Le zone rifugio in Mediterraneo sono state definite da Caddy (1998) come quelle aree caratterizzate da un fondale che non permette la pesca con attrezzi al traino (es. aree di scarpata o al limite della piattaforma continentale) e dove sono simultaneamente presenti determinate specie (es. nasello) in alcune fasi del loro ciclo vitale. Inoltre, altri studi hanno mostrato che per numerose specie in Mediterraneo sussistono condizioni di rifugio sia in zone costiere che in aree più profonde (Carlucci *et al.*, 2009, 2013; D'Onghia *et al.*, 2009, 2010, 2012; Murenu *et al.*, 2010). La descrizione di area rifugio sembrerebbe però escludere completamente la parte settentrionale del bacino Adriatico, caratterizzata da fondali poco profondi, prevalentemente a fondi mobili e strascicabili. Appare dunque una contraddizione in termini sostenere che sia possibile rilevare aree rifugio in questa zona del bacino. Partendo da questa incoerenza si è voluto testare l'ipotesi della presenza di una zona rifugio per la sogliola, *Solea solea* (Linnaeus, 1758). Questa specie è una delle risorse ittiche demersali commercialmente più rilevanti in Adriatico centro-settentrionale, la cui produzione rappresenta il 21% di quella dell'intera area GFCM. Il rapido e le reti da posta utilizzate in Italia sono gli attrezzi più efficienti per la sua cattura, mentre per lo strascico la sogliola rappresenta solo una specie accessoria (Grati *et al.*, 2013). Lo stato di questa risorsa è stato monitorato negli ultimi anni, mostrando una situazione di sovra-sfruttamento con valori di mortalità da pesca estremamente elevati (Scarcella *et al.*, 2014). Nonostante ciò le catture sono rimaste piuttosto costanti nell'ultima decade (fonte DCF), facendo presupporre una certa resilienza di questo stock anche in condizioni di sfruttamento particolarmente elevate.

Materiali e metodi - Tra il 2005 e il 2012 sono stati condotti, nel periodo autunnale, otto *survey* di pesca con rapido (Grati *et al.*, 2013). In totale sono state campionate 521 stazioni suddivise in tre strati batimetrici (0-30 m, 31-50 m, 51-100 m) sui fondali relativi al versante italiano-sloveno (nel periodo 2005-2012) e croato (periodo 2005 e 2006) la cui distribuzione spaziale è riportata in Grati *et al.* (2013). Gli indici di abbondanza standardizzati al N/km² sono stati calcolati per la frazione degli adulti aventi classi di età 4 e 5+, rilevate attraverso la lettura

diretta degli otoliti (Scarcella *et al.*, 2014), e interpolati attraverso tecniche di analisi geostatistica (*Ordinary Kriging*). Successivamente sono state individuate le aree in cui la concentrazione degli adulti superava un valore soglia calcolato con il metodo della tangente a 45° che intercetta la curva cumulativa delle catture (Colloca *et al.*, 2009). Durante le stesse campagne di pesca sperimentale è stata rilevata anche la porzione della cattura relativa al megazoobenthos. Le catture in peso (kg/km²) di megazoobenthos sono state esaminate con tecniche di analisi multivariata (*cluster analysis* e *simper*). La distribuzione spaziale dei principali raggruppamenti di specie del megazoobenthos è stata interpolata tramite un modello *zero-inflated ZIGAM* (Liu e Chan, 2011) e gli hotspot (aree annuali di maggiore concentrazione) sono stati individuati utilizzando il metodo G di Getis (Getis e Ord, 1992; Brunetti, 2013). Infine, la distribuzione spaziale dello sforzo di pesca dei battelli operanti con rapido nel periodo autunnale negli anni 2006-2011 è stata analizzata sulla base dei dati VMS (Russo *et al.*, 2011a,b, 2014; Scarcella *et al.*, 2014).

Risultati - Le sogliole di classe di età 4 e 5+ erano caratterizzate da lunghezza totale media rispettivamente pari a 29±2 e 33±3 cm LT. L'area di distribuzione di questi gruppi di età è localizzata principalmente a Sud-Ovest della penisola Istriana, nel Quarnero e tra le isole croate settentrionali, principalmente tra 30 e 50 m di profondità (Figg. 1 e 2). Su questi fondali è presente una associazione/comunità di specie del megazoobenthos dominato da *Alcyonium palmatum* Pallas, 1766, *Amathia semiconvoluta* Lamouroux, 1824, *Ascidia mentula* Müller, 1776, *Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1823, *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1791, *Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758), *Phallusia mammillata* (Cuvier, 1815) *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) (riportato in Figg. 1 e 2 come “Fondo a oloturie e briozoi”). L'area di distribuzione del raggruppamento di queste specie è simile a quella descritta precedentemente per le classi di età 4 e 5+ dello stock di sogliole, dalla quale si differenzia solo perché si prolunga maggiormente verso le coste italiane e per la sua presenza nel golfo di Trieste (Figg. 1 e 2). L'attività autunnale dei battelli operanti con i rapidi si concentra maggiormente in 3 aree. La prima area, principalmente sfruttata dalle flotte di Ancona e Rimini, è posta ad una distanza tra 3 e 9 miglia nautiche dalla costa italiana ed è compresa tra i 43° e 44° latitudine Nord. La seconda area è localizzata alla stessa distanza dalla costa tra la foce del fiume Po e la laguna di Venezia, mentre la terza area è localizzata più a largo di fronte alle coste istriane. Queste due aree sono maggiormente sfruttate dalle flotte di Rimini e Chioggia (Figg. 1 e 2). È importante notare come l'area di distribuzione della flotta a rapidi si sovrapponga solo in minima parte con le aree di distribuzione degli adulti di *S. solea*, ad eccezione del Golfo di Trieste, dove è necessario puntualizzare che le imbarcazioni operano con rapidi modificati avendo come specie *target* molluschi pettinidi.

Conclusioni - L'approccio utilizzato in questo lavoro per definire l'eventuale presenza di una zona rifugio per la sogliola in Adriatico centro-settentrionale è simile a quello descritto da Caddy (1998). Lo stesso autore aveva già individuato nella parte orientale del Nord Adriatico una zona contraddistinta da un basso stato di sfruttamento delle risorse. I risultati del presente studio hanno confermato questa ipotesi permettendo di individuare un'area compresa tra la penisola istriana e le isole croate settentrionali, posta principalmente tra 30 e 50 m di profondità e che si protrae fino a circa 10 miglia nautiche dalle coste italiane, in cui si verifica una bassa sovrapposizione tra la distribuzione spaziale degli adulti di sogliola e l'attività di pesca a rapidi. Tale situazione è con ogni probabilità legata alle difficoltà tecniche ad operare con tale attrezzo in una zona dominata da specie di megazoobenthos

che ostacolano l'azione di pesca in quanto intasano velocemente il sacco della rete. Pertanto si può affermare che tale area rappresenta una zona rifugio per la porzione adulta dello stock di sogliola, assicurando una continuità riproduttiva della risorsa nonostante l'elevato stato di sfruttamento della porzione giovanile lungo le coste occidentali. Risulta, infine, rilevante puntualizzare che negli ultimi anni imbarcazioni della piccola pesca operanti con reti da posta per sogliole sfruttano questa zona rifugio nei periodi interdetti alla pesca a strascico. L'incremento di tale attività va attentamente monitorato e gestito al fine di limitare i potenziali effetti negativi sulla capacità riproduttiva dello stock di sogliola in Adriatico centro-settentrionale.

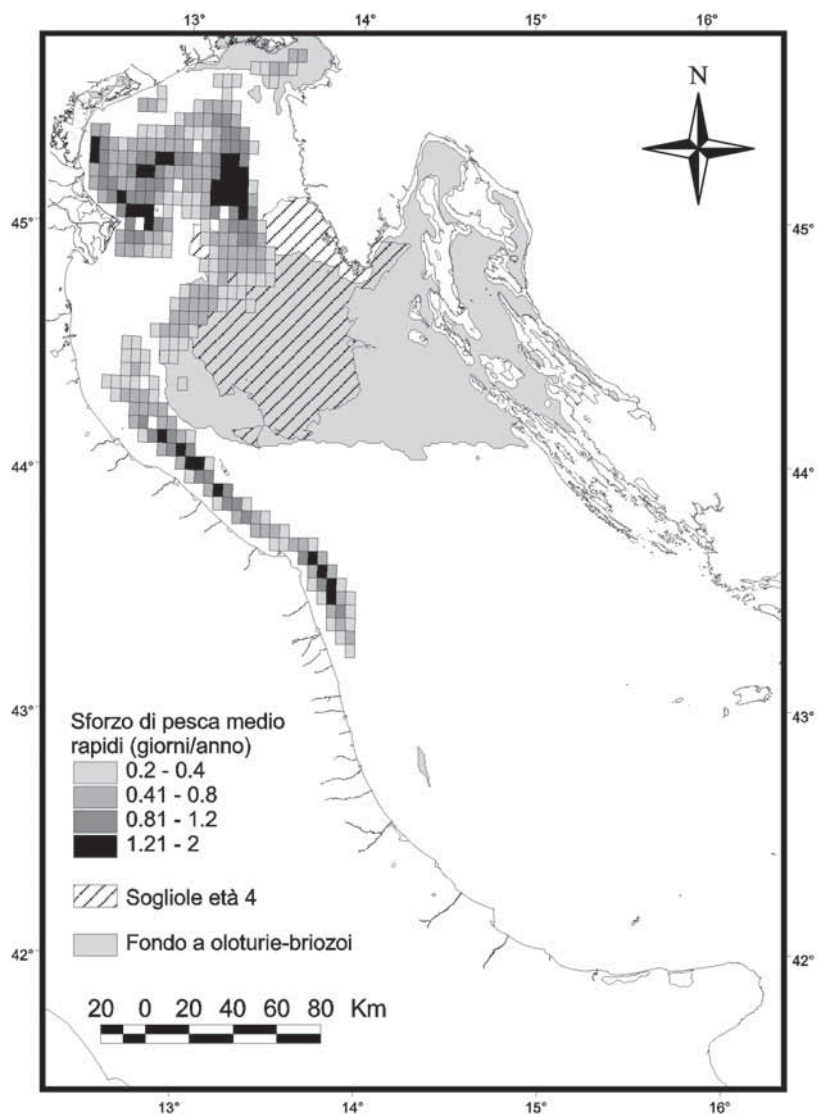


Fig. 1 - Distribuzioni spaziali della flotta a rapidi, del fondo a oloturie e briozoi e dello stock di sogliole di classe di età 4 rilevate in Adriatico centro-settentrionale.

Spatial distributions of "rapido" trawl fleet, holothurians and bryozoans bottom and age class 4 of common sole stock in northern and central Adriatic Sea.

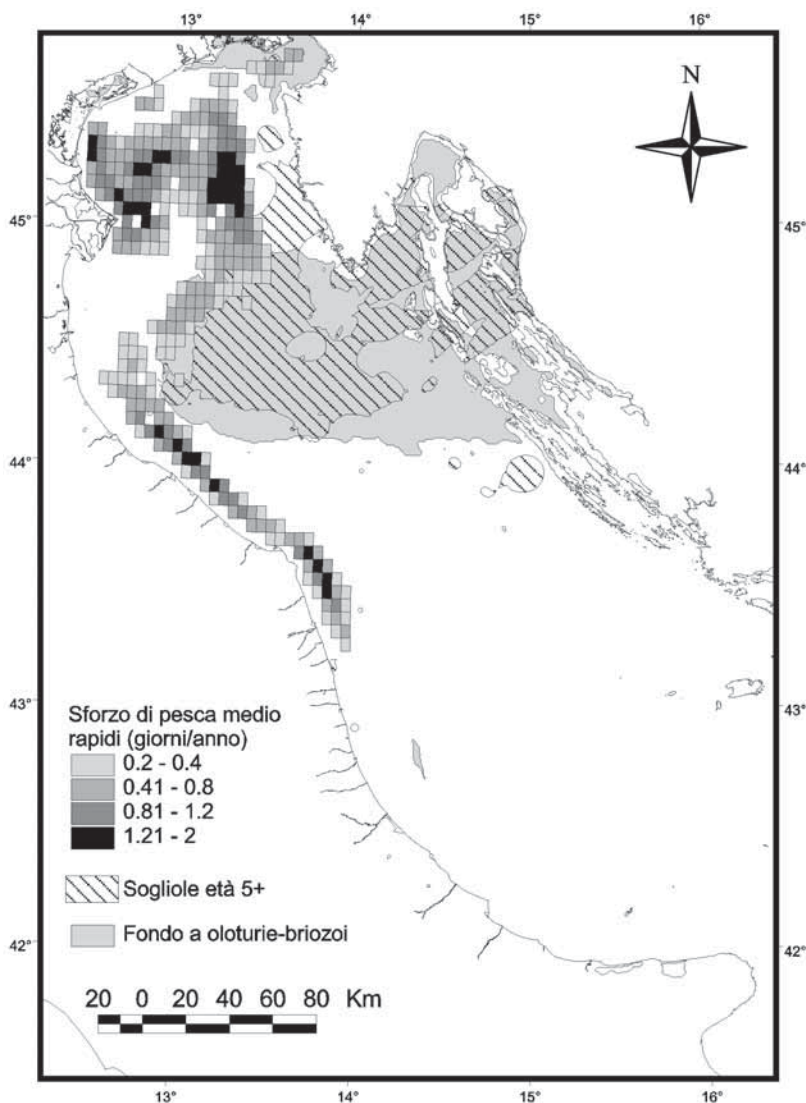


Fig. 2 - Distribuzioni spaziali della flotta a rapidi, del fondo a oloturie e briozoi e dello stock di sogliole di classe di età 5+ rilevate in Adriatico centro-settentrionale.

Spatial distributions of "rapido" trawl fleet, holothurians and bryozoans bottom and age class 5+ of common sole stock in northern and central Adriatic Sea.

Bibliografia

- BRUNETTI B. (2013) - *Distribuzione spaziale e persistenza delle principali associazioni di specie del megazoobenthos in Adriatico centrale e settentrionale*. Tesi di Laurea. Università Politecnica delle Marche: 111 pp.
- CADDY J.F. (1998) - Issues in Mediterranean fisheries management: geographical units and effort control. *Studies and Reviews, GFCM*. Rome, FAO, **70**: 56 pp.
- CARLUCCI R., LEMBO G., MAIORANO P., CAPEZZUTO F., MARANO C.A., SION L., SPEDICATO M.T., UNGARO N., TURSI A., D'ONGHIA G. (2009) - Nursery areas of red

- mullet (*Mullus barbatus*), hake (*Merluccius merluccius*) and deep-water rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in Eastern-Central Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf. S.*, **83**: 529-538.
- CARLUCCI R., VASSALLO P., MAIORANO P., PAOLI C., SION L., D'ONGHIA G. (2013) - The keystone species in the demersal community from the Santa Maria di Leuca cold-water province (Mediterranean Sea). *Biol. Mar. Mediterr.*, **20**: 174-175.
- COLLOCA F., BARTOLINO V., LASINIO G.J., MAIORANO L., SARTOR P., ARDIZZONE G. (2009) - Identifying fish nurseries using density and persistence measures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **381**: 287-296.
- D'ONGHIA G., MAIORANO P., CAPEZZUTO F., CARLUCCI R., BATTISTA D., GIOVE A., SION L., TURSI A. (2009) - Further evidences of deep-sea recruitment of *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda) and its role in the population renewal on the exploited bottoms of the Mediterranean. *Fish. Res.*, **95**: 236-245.
- D'ONGHIA G., MAIORANO P., SION L., GIOVE A., CAPEZZUTO F., CARLUCCI R., TURSI A. (2010) - Effects of deep-water coral banks on the abundance and size structure of the megafauna in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res PT II*, **57**: 397-411.
- D'ONGHIA G., MAIORANO P., CARLUCCI R., CAPEZZUTO F., CARLUCCIO A., TURSI A., SION L. (2012) - Comparing deep-sea fish fauna between coral and non-coral "megahabitat" in the Santa Maria di Leuca cold-water coral province (Mediterranean Sea). *PLoS ONE*, **7**, doi: 10.1371/journal.pone.0044509.
- GETIS A., ORD J.K. (1992) - The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geo. Anal.*, **24**: 189-206.
- GRATI F., SCARCELLA G., POLIDORI P., DOMENICHETTI F., BOLOGNINI L., GRAMOLINI R., VASAPOLLO C., GIOVANARDI O., RAICEVICH S., CELIĆ I., VRGOČ N., ISAJLOVIC I., JENIČ A., MARČETA B., FABI G. (2013) - Multi-annual investigation of the spatial distributions of juvenile and adult sole (*Solea solea*, L.) in the Adriatic Sea (Northern Mediterranean). *J. Sea Res.*, **84**: 122-132.
- LIU H., CHAN K. (2011) - Generalized additive models for zero. Inflated data with partial constraints. *Scand. J. Stat.*, **38**: 650-665.
- MURENU M., CAU A., COLLOCA F., SARTOR P., FIORENTINO F., GAROFALO G., PICCINETTI C., MANFREDI C., D'ONGHIA G., CARLUCCI R., DONNALOIA L., LEMBO P. (2010) - Mapping the potential locations of the European hake (*Merluccius merluccius*) nurseries in the Italian waters. In: Nishida T., Caton, A.E. (eds), *GIS/Spatial Analyses in Fishery & Aquatic Sciences*. Vol. 4. International Fishery GIS Society, Japan: 579 pp.
- RUSSO T., D'ANDREA L., PARISI A., CATAUDELLA S. (2014) - VMSbase: an R-package for VMS and Logbook Data Management and Analysis in fisheries ecology. *PLoS ONE*, **9** (6), doi: 10.1371/journal.pone.0100195.
- RUSSO T., PARISI A., CATAUDELLA S. (2011a) - New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fish. Res.*, **108**: 184194.
- RUSSO T., PARISI A., PRORGI M., BOCCOLI F., CIGNINI I., TORDONI M., CATAUDELLA S. (2011b) - When behaviour reveals activity: assigning fishing effort to métiers based on VMS data using artificial neural networks. *Fish. Res.*, **111**: 5364.
- SCARCELLA G., GRATI F., RAICEVICH S., RUSSO T., GRAMOLINI R., SCOTT R.D., POLIDORI P., DOMENICHETTI F., BOLOGNINI GIOVANARDI O., CELIĆ I., SABATINI L., VRGOČ N., ISAJLOVIC I., MARČETA B., FABI G. (2014) - Common sole in the northern and central Adriatic Sea: spatial management scenarios to rebuild the stock. *J. Sea Res.*, **89**: 12-22.

A. CARLUCCIO, F. CAPEZZUTO, A. LIONETTI, P. RICCI, G. D'ONGHIA

Department of Biology, CoNISM LRU, University of Bari 'Aldo Moro',
Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
angela.carluccio@uniba.it

REFUGE AREAS OF *PAGELLUS BOGARAVEO* (BRÜNNICH, 1768) IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN SEA: SANTA MARIA DI LEUCA COLD-WATER CORAL PROVINCE AND BARI CANYON

AREE RIFUGIO DI PAGELLUS BOGARAVEO (BRÜNNICH, 1768) NEL MEDITERRANEO CENTRALE: PROVINCIA A CORALLI DI ACQUE FREDE DI SANTA MARIA DI LEUCA E CANYON DI BARI

Abstract - The role of Santa Maria di Leuca cold-water coral province and Bari Canyon as refuge areas for the teleost fish *Pagellus bogaraveo* has been evaluated by means of longline surveys.

Key-words: cold-water coral, canyon, *Pagellus bogaraveo*, Central Mediterranean, refuge area.

Introduction - The Santa Maria di Leuca (SML) cold-water coral (cwc) province and the Bari Canyon (BC) are two sites of the Central Mediterranean where diversified cold-water coral communities have been described (Mastrototaro *et al.*, 2010; Angeletti *et al.*, 2014). In this note, we provide the evidence of the refuge role played by both SML cwc province and BC for the teleost fish *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768).

Materials and methods

Data were collected during two longline surveys carried out in SML cwc province in May-June and September-October 2010, and during a longline survey carried out in the BC in November-December 2013, realized as part of the EU-FP7 CoralFISH and Italian RITMARE projects, respectively. A total of 18 longline deployments were carried out between 400 and 800 m in SML cwc province, while 16 longline deployments were carried out between 350 and 650 m in BC.

The deployments were equally distributed between coral (C) and non coral (NC) habitats in the SML cwc province and inside (IBC) and outside (OBC) the canyon of Bari, at same depths for C and NC and for IBC and OBC. CPUE values in number and weight were standardized to N/1000 hooks and kg/1000 hooks, respectively. Total length (TL, mm) and weight (g) were recorded for each specimen. The length-frequency distributions were computed by survey and habitat.

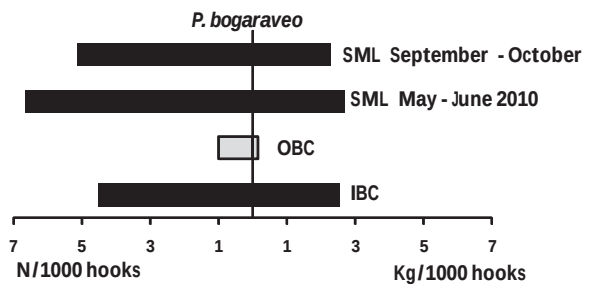


Fig. 1 - Average CPUE inside the coral habitat in the SML cwc province and inside (IBC) and outside (OBC) the Bari Canyon.

CPUE medie all'interno dell'habitat a coralli nella provincia a coralli di SML e all'interno (IBC) e all'esterno (OBC) del canyon di Bari.

Results - *Pagellus bogaraveo* was only caught inside the coral habitat of the SML cwc province while it was caught with greater abundance inside than outside the BC (Fig. 1). Length-frequency distribution shows the presence of medium-large individual both in the coral habitat of the SML cwc province and BC with sizes

between 242 mm and 403 mm TL and between 225 mm and 378 mm TL, respectively. On the other hand, small sized individuals only were caught outside the canyon, with sizes between 198 mm and 255 mm TL (Fig. 2). Small individuals are generally caught on fishing grounds outside the SML cwc province (unpublished data).

Conclusions - *Pagellus bogaraveo* seems to be exclusively distributed in the coral habitat of the SML cwc province and preferentially inside the BC. This could be due both to the habitat complexity due cwc and virtual absence of fishing in these two sites. Although the specific link between this fish and corals has not been still demonstrated, the present results provide further evidences of a tight relationship between *P. bogaraveo* and cwc communities which act as a refuge for this fish (D'Onghia *et al.*, 2010, 2011, 2012).

References

- ANGELETTI L., TAVIANI M., CANESE S., FOGLINI F., MASTROTOTARO F., ARGNANI A., TRINCARDI F., BAKRAN-PETRICIOLI T., CEREGATO A., CHIMIENI G., MACIC V., POLISENO A. (2014) - New deep-water cnidarian sites in the southern Adriatic Sea. *Medit. Mar. Sci.*, **15** (2): 1-11.
- D'ONGHIA G., INDENNIDATE A., GIOVE A., SAVINI A., CAPEZZUTO F., SION L., VERTINO A., MAIORANO P. (2011) - Distribution and behaviour of deep-sea benthopelagic fauna observed using towed cameras in the Santa Maria di Leuca cold-water coral province. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **443**: 95-110.
- D'ONGHIA G., MAIORANO P., CARLUCCI R., CAPEZZUTO F., CARLUCCIO A., TURSI A., SION L. (2012) - Comparing Deep-Sea Fish Fauna between Coral and Non-Coral "Megahabitats" in the Santa Maria di Leuca Cold-Water Coral Province (Mediterranean Sea). *PLoS ONE*, **7** (9), doi: 10.1371/journal.pone.0044509.
- D'ONGHIA G., MAIORANO P., SION L., GIOVE A., CAPEZZUTO F., CARLUCCI R., TURSI A. (2010) - Effects of deep-water coral banks on the abundance and size structure of the megafauna in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research II*, **57**: 397-411.
- MASTROTOTARO F., D'ONGHIA G., CORRIERO G., MATARRESE A., MAIORANO P., PANETTA P., GHERARDI M., LONGO C., ROSSO A., SCIUTO F., SANFILIPPO R., GRAVILI C., BOERO F., TAVIANI M., TURSI A. (2010) - Biodiversity of the white coral bank off Cape Santa Maria di Leuca (Mediterranean Sea): an update. *Deep-Sea Res. II*, **57**: 412-430.

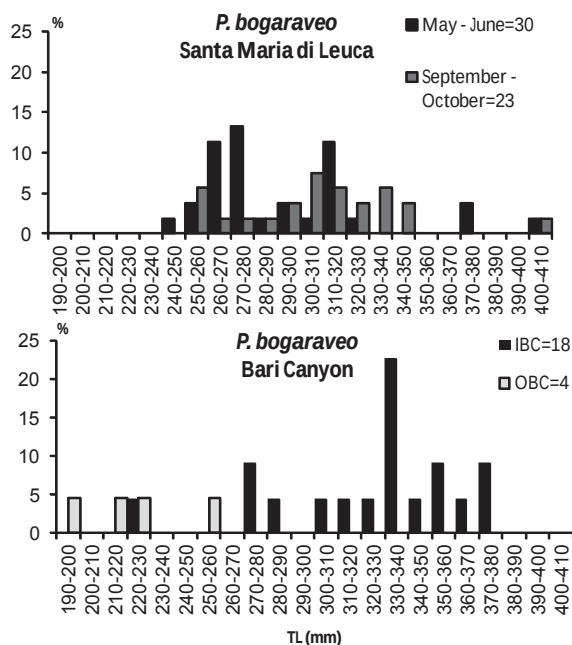


Fig. 2 - Length-frequency distribution of *P. bogaraveo* inside coral habitat of the SML cwc province and inside (IBC) and outside (OBC) the Bari Canyon.

Distribuzione lunghezza-frequenza di P. bogaraveo all'interno (C) dell'habitat a coralli in SML e all'interno (IBC) e all'esterno (OBC) del canyon di Bari.

Poster

A. FABBROCINI, S. SABA*, M.G. PINNA*, D. MAURIZIO, R. D'ADAMO, A. PAIS*

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine (ISMAR), UOS Lesina,
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italy.
adele.fabbrocini@fg.ismar.cnr.it

*Dipartimento di Agraria, Sezione di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, Italy.

SPERM MOTILITY ACTIVATION OF THE GROOVED CARPET
SHELL *RUDITAPES DECUSSATUS* (LINNAEUS, 1758)
FROM AN EURYHALINE LAGOON OF NORTHERN SARDINIA
*MOTILITÀ ALL'ATTIVAZIONE DI SPERMATOZOI DELLA VONGOLA
VERACE RUDITAPES DECUSSATUS (LINNAEUS, 1758)
IN UNA LAGUNA EURIALINA DELLA SARDEGNA SETTENTRIONALE*

Abstract - Male adult specimens of the grooved carpet shell *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) were collected from the Porto Pozzo lagoon (central-western Mediterranean) in order to evaluate if their sperm motility is affected by the wide salinity variations of this area. The sperm motility parameters assessed by computer assisted analysis showed no significant differences in relation to the tested salinity range.

Key-words: computerized sperm motility analysis, *Ruditapes decussatus*, salinity, brackish water aquaculture, Mediterranean Sea.

Introduction - The quality of gametes is of great importance for bivalve molluscs of commercial value for both fishery and aquaculture activities; in particular, sperm motility is known to be influenced by salinity variations (Faure *et al.*, 1994; Fong *et al.*, 1995). The Porto Pozzo lagoon (central-western Mediterranean) is a brackish environment where salinity values are extremely variable throughout the year (Saba, 2011). In order to understand if sperm motility of the grooved carpet shell *Ruditapes decussatus* (L., 1758) living in this area is affected by these salinity variations even when adult specimens seem capable to withstand them, their sperm motility parameters have been evaluated as a function of a wide salinity range (24÷43 psu).

Materials and methods - Adult mature specimens of the grooved carpet shell *R. decussatus* were collected from the Porto Pozzo lagoon in summer 2013. Gametes were dry collected and pools were made every 5 males. Semen was activated as described in Fabbrocini and D'Adamo (2009); activation media at four different salinities (24, 36, 40 and 43 psu) were tested. Sperm motility was analyzed by the Sperm Class Analyzer® as described by Fabbrocini *et al.* (2010). The following parameters were evaluated: TM (% total motile sperm); RAP (% rapid sperm, having VCL>100 µm/sec); VCL_{TM}, VSL_{TM}, VAP_{TM} (curvilinear, straight-line and path average velocities, respectively; µm/sec); the same velocity parameters were evaluated also in the subpopulation of rapid sperm (VCL_{RAP}, VSL_{RAP}, VAP_{RAP}, respectively; µm/sec). For each analyzed parameter differences among salinities were evaluated by one-way ANOVA.

Results - In Fig. 1A-D are reported the values (mean ± SD) recorded for the analyzed sperm motility parameters. The sperm motility of the *R. decussatus* specimens was not affected by the variations of salinity in the tested range, as no effects on the computer analyzed sperm parameters were recorded by the one-way ANOVA, except for VAP_{TM} and VAP_{RAP} values, which were slightly lower in 40 psu activated semen ($P<0.05$).

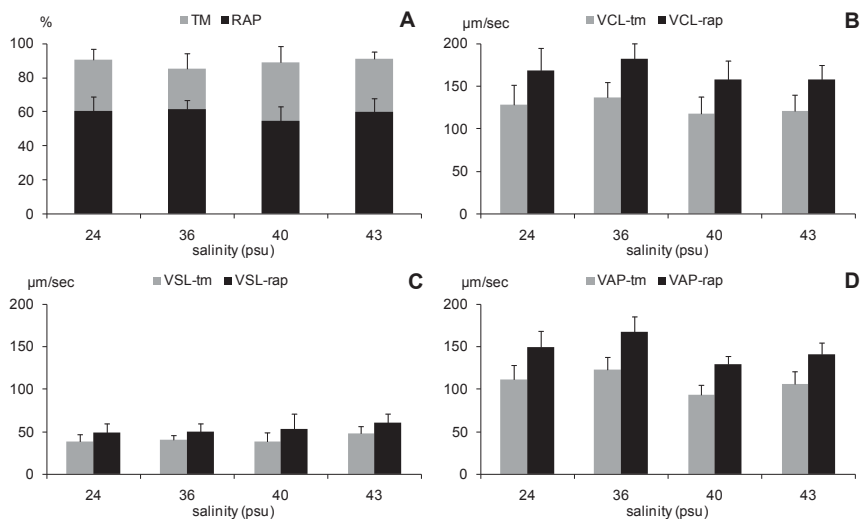


Fig. 1 - Sperm motility parameters recorded on activation at different salinity levels.

Parametri di motilità spermatica dopo attivazione ai vari livelli di salinità.

Conclusions - Salinity is one of the main factors involved in the sperm motility activation in aquatic species, including bivalves (Faure *et al.*, 1994; Fong *et al.*, 1995). The sperm motility parameters of the *R. decussatus* specimens from the Porto Pozzo lagoon were not affected by the variations of salinity in the tested range, which reflects the values recorded in this area (Saba, 2011). This is in agreement with what reported for the euryhaline fish *Fundulus grandis* Baird & Girard, 1853, in which the sperm motility activation conditions proved to be strictly dependent on the salinity at which specimens were acclimated (Tiersch and Yang, 2012). This result let us suppose that this species, besides withstand wide salinity changes, may also produce viable gametes; this hypothesis, to be proved by fertilization tests, is of a great concern due to the ecological and economical value of this species.

Acknowledgments: Many thanks are due to the staff of the “Cooperativa La Peschiera” for logistical support.

References

- FABBROCINI A., D'ADAMO R. (2009) - Attivazione della motilità in spermatozoi di vongola *Tapes decussatus* (Linnaeus, 1758). *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 226-227.
- FABBROCINI A., DI STASIO M., D'ADAMO R. (2010) - Computerized sperm motility analysis in toxicity bioassays: a new approach to pore water quality assessment. *Ecotox. Envir. Saf.*, **73**: 1588-1595.
- FAURE C., DEVAUCHELLE N., GIRARD J.P. (1994) - Ionic factors affecting motility, respiration and fertilization rate of the sperm of the bivalve *Pecten maximus*. *J. Comp. Physiol. B*, **164**: 444-450.
- FONG P.P., KYOZUKA K., DUNCAN J., RYNKOWSKI S., MEKASHA D., RAM J.L. (1995) - The effect of salinity and temperature on spawning and fertilization in the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas) from North America. *Biol. Bull.*, **189** (3): 320-329.
- SABA S. (2011) - *Bivalve culture optimisation of three autochthonous species (Ruditapes decussatus, Mytilus galloprovincialis and Ostrea edulis) in a central-western Mediterranean lagoon (Porto Pozzo, northern Sardinia)*. PhD thesis, Università degli Studi di Sassari: 182 pp.
- TIERSCH T.R., YANG H. (2012) - Environmental salinity-induced shifts in sperm motility activation in *Fundulus grandis*. *Aquaculture*, **324/325**: 145-150.

G. MARICCHIOLO, F. GAI¹, F. ABBATE², G. CARUSO, G. CASELLA, F. DE PASQUALE,
L. GASCO³, M.C. GUERRERA, C. PEDÀ⁴, A. PERDICHIZZI, L. GENOVESE

Ist. per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR UOS Messina,
Spianata S. Ranieri, 86 - 98122 Messina, Italia.

giulia.maricchiolo@iamc.cnr.it

¹ISPA, CNR UOS Torino, Italia.

²Dip. Scienze Veterinarie, Università di Messina, Messina, Italia.

³DISAFA, Università di Torino, Grugliasco (TO), Italia.

⁴ISPRA, sede di Milazzo (ME), Italia.

VALUTAZIONE PRELIMINARE DEGLI EFFETTI DI UNA DIETA ARRICCHITA CON LIEVITO (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE* VAR. *BOULARDII*) NELLA SPIGOLA, *DICENTRARCHUS LABRAX* (L., 1758)

PRELIMINARY EFFECTS OF A DIET ENRICHED WITH *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* VAR. *BOULARDII* IN EUROPEAN SEABASS, *DICENTRARCHUS LABRAX* (L., 1758)

Abstract - The effect of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* was assessed in European seabass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Growth performances are not influenced by probiotic supplementation. An increase in length and width of intestinal villi was observed after 21 days.

Key-words: probiotic, *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*, *Dicentrarchus labrax*.

Introduzione - Di recente l'Unione Europea ha varato una strategia (Reg. CE n°1831/2003) per contrastare la minaccia che il fenomeno dell'antibiotico-resistenza rappresenta per la salute dell'uomo e degli animali. L'acquacoltura non è esente da questa realtà e la ricerca, in quest'ambito, è orientata verso l'utilizzo di probiotici, definiti dalla FAO come microrganismi in grado di migliorare il benessere dell'ospite. L'interesse per i probiotici è recente e gli studi ancora limitati, ma è noto il loro effetto benefico sulle performances di crescita, l'efficienza di conversione, il microbiota intestinale, la resistenza alle malattie, la barriera immunitaria e mucosa (Mohapatra *et al.*, 2013). Tuttavia, è necessario approfondire la relazione tra gli effetti del trattamento e le variabili coinvolte (specie, ceppo e stadio di sviluppo dell'ospite). L'obiettivo di questo studio è valutare nella spigola i benefici associati alla somministrazione di una dieta arricchita con il lievito *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. Si riportano i risultati preliminari di uno studio sistematico più ampio che prende in considerazione numerosi indicatori di benessere nutrizionale.

Materiali e metodi - Tre diete sono state preparate partendo da una formulazione di base in cui venivano aggiunti livelli crescenti di un concentrato di lievito disidratato (LSB, LEVUCCELL SB20® ceppo CNCM I-1079 *Lallemand sas Blagnac, France*) pari a 0 (LSB0), 100 (LSB100) e 300 (LSB300) mg/kg di dieta. Le diete erano fra loro isoproteiche (Proteina Grezza 50%) ed isoenergetiche (22,4 MJ kg⁻¹ sostanza secca). Il lievito veniva incluso nel mangime tramite pellettatura a freddo e, quest'ultimo, inviato alla *Lallemand* per il dosaggio microbiologico. Le spigole (peso medio: 174.6±6.4 g) sono state assegnate *at random* ad uno dei 3 gruppi, ognuno dei quali è stato replicato 3 volte. Il mangime è stato somministrato razionato sulla base del peso vivo della biomassa con aggiustamenti mensili (1.2-1.7%). I pesci sono stati prelevati al tempo zero, dopo 21, 45 e 90 giorni. Ad ogni campionamento, per ciascun gruppo, venivano sacrificati 8 pesci per il prelievo dell'intestino e la determinazione degli indici morfometrici. Sono state raccolte le feci, incubate a 37 °C, diluite, seminate su *Sabouraud Glucose Agar* con cloramfenicolo e reincubate a 35 °C.

L'intestino anteriore è stato processato per la microscopia ottica e sulle sezioni è stata misurata la lunghezza (LV) e lo spessore (SV) dei villi. A fine prova sono stati calcolati i valori medi degli indici zootecnici e dei parametri morfometrici per ciascun gruppo e ciascun giorno di campionamento. I dati delle performances sono stati analizzati statisticamente mediante il test *One-Way* ANOVA, usando la dieta come fattore sperimentale testato. I dati della morfometria intestinale sono stati sottoposti al test di *Kruskal-Wallis*.

Risultati - I risultati riportati in Tab. 1, mostrano che non ci sono differenze significative per tutti i parametri relativi sia agli indici zootecnici che morfometrici. La concentrazione di lievito nelle feci è stata dell'ordine di 10^4 CFU/g senza differenze significative tra LSB 100 e 300, per ciascun campionamento. A 21 giorni si ha un aumento significativo ($p < 0.05$) della lunghezza ($336.39 \pm 90.23 \mu\text{m}$) dei villi in L100, e dello spessore ($102.12 \pm 14.90 \mu\text{m}$) in L300, rispetto al controllo ($LV = 316.5 \pm 87.93 \mu\text{m}$; $SV = 84.06 \pm 16.79 \mu\text{m}$).

Tab. 1 - WG (incremento di peso); SGR (tasso di accrescimento specifico, %); FCR (indice di conversione alimentare); PER (rapporto efficienza proteica); FE (efficienza alimentare, %); VSI (indice viscerosomatico, %); HSI (indice epatosomatico); CF (coefficiente di adiposità); K (coefficiente di Fulton); RIL (lunghezza intestinale relativa).

WG (weight gain); SGR (specific growth rate); FCR (feed conversion ratio); PER (protein efficiency ratio); FE (feed efficiency); VSI (viscero somatic index); HSI (hepato somatic index); CF (coefficient of fatness); K (Fulton's coefficient); RIL (relative intestinal length).

	LSB mg/kg								
	0	100	300	0	100	300	0	100	300
Giorni	21			45			90		
WG	21.1±2.2	22.8±2.1	22.0±1.3	54.5±1.4	56.0±4.5	56.7±2.0	105.2±4.9	105.2±5.1	97.3±7.7
SGR	0.55±0.06	0.61±0.05	0.56±0.07	0.55±0.01	0.57±0.04	0.55±0.02	0.61±0.03	0.62±0.02	0.56±0.02
FCR	1.93±0.14	1.86±0.18	2.10±0.34	2.30±0.06	2.24±0.16	2.31±0.12	2.28±0.11	2.26±0.05	2.37±0.07
PER	1.06±0.08	1.09±0.10	1.00±0.14	0.88±0.02	0.90±0.06	0.87±0.05	0.89±0.04	0.88±0.02	0.78±0.03
FE	1.06±0.07	1.11±0.01	1.12±0.01	1.26±0.03	1.27±0.01	1.26±0.01	1.39±0.02	1.41±0.01	1.43±0.01
VSI	11.4±0.34	12.4±0.78	11.8±0.36	11.4±0.55	11.5±0.48	11.2±0.54	11.0±0.49	11.0±0.86	10.1±0.58
HSI	2.22±0.15	2.39±0.20	2.24±0.14	2.45±0.31	1.92±0.14	2.26±0.20	2.00±0.15	2.01±0.10	2.22±0.14
CF	6.23±0.34	6.34±0.37	6.53±0.58	6.42±0.41	6.86±0.44	6.38±0.42	6.48±0.49	6.53±0.80	5.47±0.54
K	0.50±0.07	0.47±0.07	0.56±0.08	0.82±0.17	0.59±0.15	0.79±0.19	0.75±0.21	0.74±0.12	1.15±0.27
RIL	0.52±0.02	0.56±0.03	0.52±0.03	0.49±0.05	0.52±0.05	0.50±0.02	0.43±0.05	0.42±0.03	0.38±0.04

Conclusioni - I risultati confermano che l'efficacia dei probiotici sulle *performance* zootecniche dell'organismo ospite dipende dalla composizione del microbiota intestinale e dai livelli di inclusione del probiotico nella dieta. Numerose variabili influiscono sull'esito della supplementazione probiotica ed i benefici del trattamento non sempre si traducono in effetti positivi sulla crescita. Importante l'effetto riscontrato a livello della mucosa intestinale. L'incremento nell'altezza e nello spessore dei villi è indice di un incremento della superficie di assorbimento e della funzionalità intestinale.

Ringraziamenti: Si ringrazia il dott. M. Castex della *Lallemand sas Blagnac, France* per aver fornito il probiotico e per il supporto alla sperimentazione.

Bibliografia

MOHAPATRA S., CHAKRABORTY T., KUMAR V., DEBOECK G., MOHANTA K.N. (2013) - Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, **97** (3): 405-430.

A. PADIGLIA, F.D. LEDDA, B. CADEDDU, P. MELIS, R. MANCONI

Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIP.NeT.), Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.
andreapadiglia@alice.it

MARICOLTURA DI *CRAMBE CRAMBE* (SCHMIDT, 1862) NEL MAR DI SARDEGNA

MARICULTURE OF CRAMBE CRAMBE (SCHMIDT, 1862) IN THE SARDINIA SEA

Abstract - This study aims to test suitable substrates to farm the endemic Mediterranean sponge *Crambe crambe*. Growth and survival values are reported for both tested methodologies in an experimental sponge culture plant in the Sardinia Sea.

Key-words: macrobenthos, Porifera, farming methods, W-Mediterranean Sea.

Introduzione - La spongicoltura è una valida soluzione per la produzione sostenibile di poriferi di interesse commerciale per vari scopi (Pronzato *et al.*, 2012; Pronzato e Manconi, 2008; Ledda *et al.*, 2008, 2013; Murray *et al.*, 2013; Manconi *et al.*, 2005). I metodi di allevamento *in situ* delle spugne si basano su tecnologie semplici ed economiche. La maricoltura finalizzata alla produzione di spugne mira alla gestione sostenibile di questa biorisorsa mediterranea. Molti autori hanno sperimentato la potenzialità di allevare *C. crambe* (Schmidt, 1862) con diverse metodologie *in situ* ed *ex situ*. Questo lavoro, basato sul metodo U.S.A.M.A.[®], ha lo scopo di sperimentare tipologie e strutture di impianti modulari per la valutazione di substrati idonei all'allevamento *in situ* di *C. crambe* nel Mar di Sardegna.

Materiali e metodi - I campioni per gli espianti, prelevati in immersione nella Baia di Porto Conte in aprile 2012 a profondità di 2-5 m, sono stati immediatamente trasportati, in contenitori areati e refrigerati, nel sito dell'impianto localizzato nella stessa baia. I 10 campioni sono stati frammentati ottenendo 28 espianti con dimensioni di 7-9 cm². Sono stati allestiti 2 moduli in PVC con 14 espianti ciascuno secondo 2 metodologie: a) retine in nylon, e b) piastrelle in travertino. Ogni campione è stato identificato a livello di specie sulla base del complemento spicolare al microscopio ottico. La sopravvivenza è stata valutata in base allo stato di salute dell'esemplare, quali colore e consistenza. L'accrescimento di ogni espianto è stato valutato sulla base delle aree di ricoprimento del substrato, da aprile 2012 a gennaio 2014.

Risultati - La popolazione di *C. crambe* di Porto Conte è caratterizzata da un complemento spicolare costituito esclusivamente da due categorie di stili. Alla fine degli esperimenti (gennaio 2014) il valore di sopravvivenza era pari a 86% degli espianti allevati in retina, e del 93% in quelli allevati su piastrella. Gli esperimenti hanno evidenziato un accrescimento nettamente superiore per la metodologia di allevamento su piastrelle di travertino con un'area di ricoprimento medio di 152 cm² rispetto a 62 cm² registrata nelle retine nel corso di 22 mesi (Fig. 1) con un incremento medio pari a 1800% per le piastrelle e ca. 700% per le retine.

Conclusioni - Gli alti valori di sopravvivenza e di crescita di *C. crambe* indicano che la semina è avvenuta in un periodo favorevole per il ciclo vitale della specie e che le condizioni ambientali del sito e le caratteristiche dell'impianto sono ottimali per questa specie. Il substrato più idoneo per l'allevamento di *C. crambe* sembra essere la piastrella di travertino. Queste spugne caratterizzate da habitus incrostante

aderiscono saldamente alla superficie della piastrella in breve tempo e si accrescono in assenza di competitori sul substrato calcareo vergine.

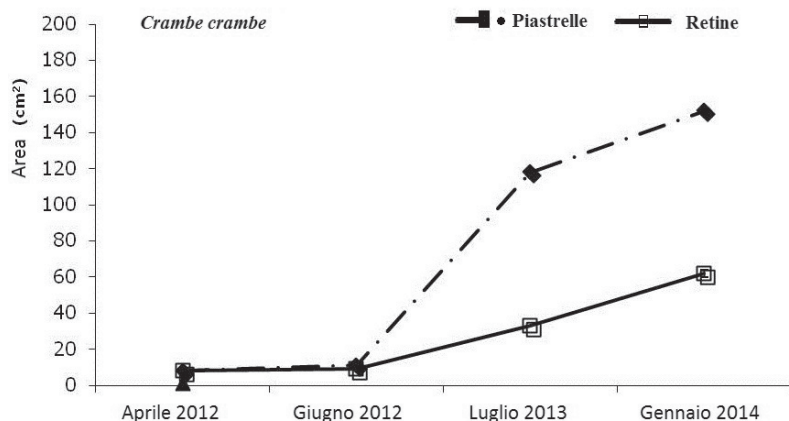


Fig. 1 - Accrescimento medio di *C. crambe* allevati su piastrella vs. retina nel Mar di Sardegna.
AVG growth of *C. crambe* farmed on tile vs. mesh in the Sardinia Sea.

Ringraziamenti: Si ringrazia il Club Nautico Capo Caccia per aver concesso il supporto logistico.

Bibliografia

- LEDDA F.D., MANCONI R., PRONZATO R. (2008) - Retention rates on bacteria and organic matter by *Ircinia variabilis* (Demospongiae, Dictyoceratida) in experimental sponge farming for bioremediation. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15**: 164-165.
- LEDDA F.D., PRONZATO R., MANCONI R. (2013) - Mariculture for bacterial and organic waste removal: a field study of sponge filtering activity in experimental farming. *Aquacult. Res.*, **98/105**: 140-141.
- MANCONI R., LEDDA F.D., ORTU M.F., SERUSI A., STOCCHINO G.A., CORSO G., PRONZATO R. (2005) - Spongicoltura integrata nell'AMP "Capo Caccia - Isola Piana". Il caso di *Aplysina aerophoba* (Aplysinidae, Verongida). *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 191-194.
- MURRAY P.M., MOANE S., COLLINS C., BELETSKAYA T., THOMAS O.P., DUARTE A.W.F., NOBRE F.S., OWOYEMI I.O., PAGNOCCA F.C., SETTE L.D., McHUGH E., CAUSSE E., PÉREZ-LÓPEZ P., FEIJOO G., MOREIRA M.A.T., RUBIOLO J., LEIRÓS M., BOTANA L.M., PINTÉUS S., ALVES C., HORTA A., PEDROSA R., JEFFRIES C., AGATHOS S.N., ALLEWAERT C., VERWEEN A., VYVERMAN W., LAPTEV I., SINEOKY S., BISIO A., MANCONI R., LEDDA F.D., MARCHI M., PRONZATO R., WALSH D.J. (2013) - Sustainable production of biologically active molecules of marine based origin. *New Biotech.*, **30**: 839-850.
- PRONZATO R., LEDDA F.D., MANCONI R. (2012) - Mediterranean horny sponges: how to drive a neverending story of exploitation toward a sustainable management and conservation. In: Lucas-Borja M.E. (ed), *Endangered Species: habitat, Protection and Ecological Significance*. Nova Sciences Publishers, Inc. Hauppauge, New York: 77-108.
- PRONZATO R., MANCONI R. (2008) - Mediterranean commercial sponges: over 5000 years of natural history and cultural heritage (Review). *Mar. Ecol.*, **29**: 1-21.

Questo lavoro è stato finanziato dalla Regione Autonoma della Sardegna (RAS), MIUR-PRIN, Fondazione Banco di Sardegna e dal progetto EU-7FP BAMMBO n. 265896.

A.A. SFRISO, E. ARGESÉ

Dip. di Scienze Molecolari e Nanosistemi, Cà Foscari University of Venice,
Calle Larga, S. Marta, 2137 - 30123 Venice, Italy.
asfriso@hotmail.it

EFFECTS OF CLAM SEED HARVESTING ON *RUDITAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS & REEVE, 1850) POPULATIONS IN THE LAGOON OF VENICE

EFFETTI DELLA RACCOLTA DEL SEME SULLE POPOLAZIONI DI RUDITAPES PHILIPPINARUM (ADAMS & REEVE, 1850) IN LAGUNA DI VENEZIA

Abstract - The decline of *Ruditapes philippinarum* populations in the Venice Lagoon encourages the exploitation of the last seed stocks of polluted areas, for clam-farming in the licensed areas of the Lagoon. These polluted zones became nursery habitats for clams from where juveniles could naturally spread. This study evaluates the impact of catching activities and seed harvesting on the Manila clam.

Key-words: stress, lagoon fisheries, clam fisheries, seed collection, anoxia.

Introduction - The Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) introduced in the Venice lagoon in 1983 quickly spread. In the last years an exponential decrease in clam harvesting led from 40000 t/year in the mid '90 to the 2000 t/year in the 2012. This drastic reduction in productivity revived the interest

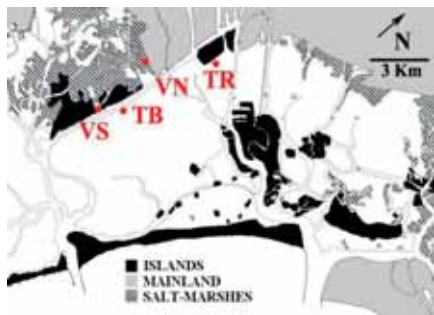


Fig. 1 - Central basin of the Venice Lagoon, detail of the sampling stations.

Bacino centrale della Laguna di Venezia, dettaglio delle stazioni.

for those areas precluded from harvesting, the SIN (sites of national interest) at the top of the list of contaminated sites. These no-fishing zones are a nursery habitat from where the clam seed can spread. For this reason some sites have been localized by the Province of Venice for the harvesting of seeds to be fattened in the farming areas. Aim of this work is to investigate the conditions of Manila clam populations, before and after the seed harvesting period in the year 2013. Four stations in the central basin of the Venice lagoon (Fig. 1), where the last clam stocks are present, were selected: Torretta Bianca (TB), Tresse (TR), Verto Nord (VN) and Verto Sud (VS).

Materials and methods - Clams were manually collected in April before harvesting and in July after harvesting by 3 sub-samples of 50×50 cm to assess: population density, alive biomass and dimensional classes. Other clams, after depuration were shelled and tissues were freeze dried for the determination of: carbohydrates, proteins, lipids, ashes. The main toxic metals were determined in clam tissues and sediments after acid microwave digestion (CEM MDS-2000) followed by atomic absorption spectrometry according to Sfriso *et al.* (2008). The product limit of Kaplan-Meyer was used to determine the RT50 and LT50 (time required for 50% of the organisms to reborrow and die) of the reborrowing and the air survival tests. The seed ratio between seed sized clams (<25 mm in length) and adults was calculated.

Results - The results are summarized in the following histograms (Fig. 2).

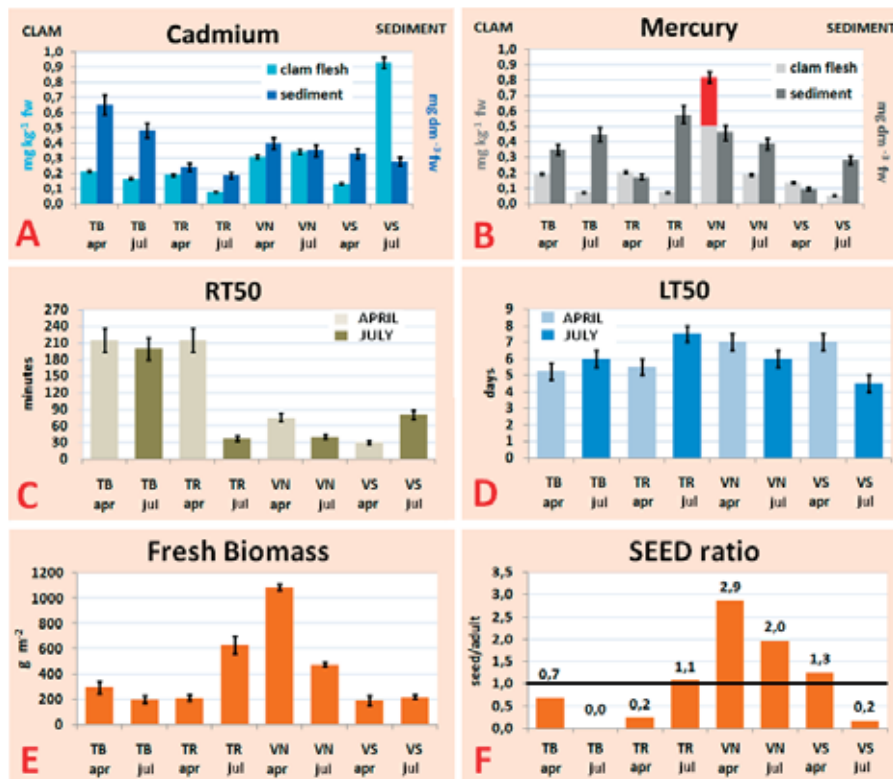


Fig. 2 - A-B) Cd and Hg concentrations in clams and sediments (in red the over limit values); C-D) 50% organisms reborrowing and air survival times; E) fresh biomass for m^{-2} (alive clam whole weight); F) population ratio between seed and adult clams.

A-B) Concentrazioni di Cd e Hg nelle vongole e nei sedimenti (in rosso i valori oltre i limiti); C-D) tempi per riaffossamento e sopravvivenza all'aria del 50% degli organismi; E) biomassa fresca per m^{-2} (peso a vivo della vongola); F) rapporto tra organismi della taglia del seme e vongole adulte.

Conclusions - This study revealed how the conditions of *Ruditapes philippinarum* worsened in the areas assigned for seed harvesting (VN and VS). An outlaw harvest area was found at TB where clam seed decreased and where high stress conditions were found. The VS station, originally selected as a reference area, after harvesting displayed worse conditions (Fig. 2). The TR was the station mostly eutrophicated and affected by the anoxic event that occurred in summer. The high stress conditions already present in spring were expecting worse, the situation reverted instead showing a decisive clam improvement at TR. In this investigation the effect of seed harvesting induced stress conditions impacting clam populations, with a reduction of adults and an almost complete removal of seed. This practice in the short term proved to be unsustainable to procure clam seed for clam farming.

References

SFRISO A., ARGESSE E., BETTIOL C., FACCA C. (2008) - *Tapes philippinarum* seed exposure to metals in polluted areas of the Venice Lagoon. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **79**: 581-590.

C. ALESSI, R. CHEMELLO, I. DOMINA, M. MILAZZO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo,
Via Archirafi, 28 - 90123 Palermo, Italia.
cinzia_alessi@live.com

BIODIVERSITÀ ASSOCIATA AI REEF A VERMETI: EFFETTI DELL'ACIDIFICAZIONE SULLA MALACOFAUNA

BIODIVERSITY AND VERMETID REEFS: EFFECTS OF OCEAN ACIDIFICATION ON MOLLUSCAN ASSEMBLAGES

Abstract - Ongoing and projected ocean acidification could be a widespread stressor for many marine organisms. Vermetid reefs are key habitat in the Mediterranean coastal environments, supporting high levels of marine biodiversity. Through a long-term transplant experiment of reef cores along a natural volcanic pHCO₂ gradient off Vulcano Island vents, we show changes in composition and structure of the associated malacofauna.

Key-words: ocean acidification, macrobenthos, intertidal zone, *Dendropoma petraeum*, Tyrrhenian Sea.

Introduzione - L'aumento della CO₂ antropogenica in atmosfera è la principale causa dell'acidificazione degli oceani (AO), determinando profondi cambiamenti nella chimica dei carbonati (Caldeira e Wickett, 2003). Si tratta di un fenomeno che implica effetti negativi su diversi *taxa* marini e per questo può essere considerato un fattore di stress soprattutto per gli organismi calcificanti. Tra questi i molluschi sembrano essere tra i più vulnerabili (Wittman e Pörtner, 2013). In questo studio, attraverso un esperimento di trapianto, è stata valutata la risposta della malacofauna associata a porzioni di reef biogenici di mari temperati. In Mediterraneo il gasteropode *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884) e l'alga corallina *Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & L.R. Mason, 1943 formano un complesso strutturale denominato "reef a vermeti" che si sviluppa nella zona intertidale, aumentandone l'eterogeneità di habitat e supportando alti livelli di biodiversità associata. In particolare sono state valutate possibili variazioni in composizione e struttura del popolamento a molluschi associato a queste strutture lungo un gradiente naturale di pH.

Materiali e metodi - L'area di studio è la Baia di Levante (Isola di Vulcano), dove è presente un sito di emissione a dominanza di CO₂ (Boatta *et al.*, 2013). Sono stati scelti 5 siti con valori medi di pH ambientali o attesi per il 2100 e oltre: Low (7,31 unità pH_{NBS}; Ω_{ara}: 0,91), Mid (7,73 pH; Ω_{ara}: 1,89), High (8,03 pH; Ω_{ara}: 2,9), CTL_V (8,15 pH; Ω_{ara}: 3,44; controllo a Vulcano), CTL_C (8,16 pH; Ω_{ara}: 3,39; controllo procedurale nel sito di provenienza dei core). In totale sono stati posizionati 12 core a Vulcano e 4 core (Milazzo *et al.*, 2014) nel controllo procedurale, per un periodo di 12 mesi (novembre 2010 - novembre 2011). La malacofauna associata a ciascun core di vermeto è stata estratta, setacciata a 500 µm, identificata a livello specifico e successivamente analizzata con tecniche statistiche di tipo uni- e multivariato.

Risultati - Il numero di specie (S) di molluschi associati ai vermeti differisce significativamente tra i diversi livelli di pH considerati (Permanova; pseudo-F_{4,15}=5,204, P(MC)=0,008). La tecnica di ordinamento nMDS mostra una netta separazione tra i campioni raccolti a differenti livelli di pH (stress: 0,12; Fig. 1). I campioni a pH inferiore (Mid e Low) formano un primo raggruppamento che graficamente si distingue dai campioni del sito High e dai controlli. La Permanova sui dati multivariati conferma i trend osservati, mostrando un'elevata significatività nel fattore pH (pseudoF_{4,15}=4,2235, P=0,0001). Il T-test di confronto a coppie mostra differenze

significative in composizione e struttura dei popolamenti a molluschi tra i siti a pH più basso (Low e Mid) ed i siti High, CTL_V e CTL_C. Le specie maggiormente responsabili delle differenze osservate tra i gruppi sono i bivalvi *Mytilaster minimus* (Poli, 1795) e *Cardita calyculata* (Linnaeus, 1758), dominanti nei siti Low e Mid pH, e i gasteropodi *Eatonina fulgida* (Adams, 1797), dominante nei campioni esposti a condizioni di pH più alto di Vulcano, e *Fossarus ambiguus* (Linnaeus, 1758) più abbondante nel controllo procedurale.



Fig. 1 - Ordinato nMDS (plot bidimensionale) del popolamento a molluschi associato ai reef a vermeti lungo gradiente di pH nell'isola di Vulcano e nel sito di controllo procedurale.

nMDS (bidimensional plot) on the molluscan assemblages associated to vermetid reef cores along a natural pH gradient off Vulcano Island and at the site where cores were taken.

Conclusioni - Il presente studio rappresenta uno dei primi tentativi di verifica degli effetti dell'AO sulle comunità associate a reef superficiali, attraverso esperimenti di trapianto. I risultati mostrano risposte taxon-specifiche della malacofauna associata. I bivalvi sembrano essere maggiormente resilienti all'AO e dominano il popolamento esposto a livelli di pH previsti per la fine di questo secolo ed oltre. Di contro, i gasteropodi sono presenti soprattutto in aree soggette a lievi riduzioni di pH o a condizioni di pH ambientale. In accordo con queste osservazioni, è stato considerato che i mitilidi riescono comunque a fissare quantità maggiori di CaCO_3 in condizioni di sottosaturazione, incrementando linearmente il tasso di crescita dopo un breve periodo di acclimatazione, mentre alcune specie di gasteropodi riescono a contrastare meno fenomeni di dissoluzione ed esposizioni a condizioni di sottosaturazione (Rodolfo-Metalpa *et al.*, 2011).

Bibliografia

- BOATTA F., D'ALESSANDRO W., GAGLIANO A.L., LIOTTA M., MILAZZO M., RODOLFO-METALPA R., HALL-SPENCER J.M., PARELLO F. (2013) - Geochemical survey of Levante bay, Vulcano Island (Italy) and its suitability as a natural laboratory for the study of ocean acidification. *Mar. Pollut. Bull.*, **73**: 485-494.
- CALDEIRA K., WICKETT M.E. (2003) - Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, **425**: 365.
- MILAZZO M., RODOLFO-METALPA R., BIN SAN CHAN V., FINE M., ALESSI C., THIYAGARAJAN V., HALL SPENCER J.H., CHEMELLO R. (2014) - Ocean Acidification impairs vermetid reef recruitment. *Sci. Rep.*, **4**: 4189.
- RODOLFO-METALPA R., HOULBRÈQUE F., TAMBUTTÉ E., BOISSON F., BAGGINI C., PATTI F.P., JEFFREE R., FINE M., FOGGO A., GATTUSO J-P., HALL-SPENCER J.M. (2011) - Coral and mollusk resistance to ocean acidification adversely affected by warming. *Nature Climate Change*, **1**: 308-312.
- WITTMANN A.C., PÖRTNER H.-O. (2013) - Sensitivities of extant animal taxa to ocean acidification. *Nature Climate Change*, **3**: 995-1001.

B. CADEDDU, F.D. LEDDA, A. PADIGLIA, R. MANCONI

Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET), Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.
bcadeddu@uniss.it

BIODIVERSITY OF CAPO CACCIA-ISOLA PIANA MPA: FAUNISTIC UPDATE ON PORIFERA

BIODIVERSITÀ DELL'AMP CAPO CACCIA-ISOLA PIANA: AGGIORNAMENTO FAUNISTICO DEI PORIFERI

Abstract - This paper focuses on a faunistic study on sponges from the Marine Protected Area Capo Caccia-Isola Piana (NW-Sardinia). Results contribute to the assessment of biodiversity of the scarcely known Sardinia Sea.

Key-words: *Porifera, species richness, checklist, Sardinia Sea.*

Introduction - The sponge fauna of Sardinia is scarcely known (Bianchi & Morri, 1994; Pansini & Longo, 2008; Manconi *et al.*, 2001, 2006, 2009, 2010a,b; Manconi & Serusi, 2008; Cadeddu, 2012) This paper focuses on a faunistic study on Porifera along the coasts of the Capo Caccia-Isola Piana MPA (North-Western Sardinia).

Materials and methods - Different priority habitats have been monitored along transects by SCUBA diving and snorkeling. Sponges were photographed *in vivo*, preserved (dry and/or ethanol), registered in a reference collection and identified species on the basis of macro- and micro-traits. Species validity refer to van Soest *et al.* (2014).

Results - The faunistic census focused on *Posidonia oceanica* meadows, caves, rocky cliffs, and artificial substrata, revealed the presence of 72 species: *Clathrina clathrus* (Schmidt, 1864); *Clathrina contorta* Bowerbank, 1866; *Clathrina* sp.; *Guantha* sp.; *Sycon* sp.; *Petrobiona massiliana* Vacelet & Lévi, 1958; *Oscarella lobularis* (Schmidt, 1862); *Corticium candelabrum* Schmidt, 1862; *Stelletta lactea* Carter, 1871; *Jaspis johnstonii* (Schmidt, 1862); *Erylus discophorus* (Schmidt, 1862); *Penares euastrum* (Schmidt, 1868); *Dercitus* (*Stoeba*) *dissimilis* (Sarà, 1959); *Alectona* sp.; *Cliona schmidtii* (Ridley, 1881); *C. viridis* (Schmidt, 1862); *Cliona* sp. 1; *Cliona* sp. 2; *Diplastrella bistellata* (Schmidt, 1862); *Spirastrella cunctatrix* Schmidt, 1868; *Aaptos aaptos* (Schmidt, 1864); *Prosuberites* sp.; *Terpios fugax* Duchassaing & Michelotti, 1864; *Tethya aurantium* (Pallas, 1766); *Chondrilla nucula* Schmidt, 1862; *Chondrosia reniformis* Nardo, 1847; *Neophrissospongia nana* Manconi & Serusi, 2008; *Neoschrammeniella bowerbankii* (Johnson, 1863); *Aciculites mediterranea* Manconi, Serusi & Pisera, 2006; *Discodermia polymorpha* Pisera & Vacelet, 2011; *Rhabderemia minutula* (Carter, 1876); *Batzella inops* (Topsent, 1891); *Crambe crambe* (Schmidt, 1862); *Crella* sp.; *Hemimyscale columella* (Bowerbank, 1874); *Hymedesia* (*Hymedesmia*) sp.; *Phorbas dives* (Topsent, 1891); *P. fictitius* (Bowerbank, 1866); *P. tenacior* (Topsent, 1925); *Axinella damicornis* (Esper, 1794); *A. verrucosa* (Esper, 1794); *Myrmekioderma spelaum* (Pulitzer-Finali, 1983); *Acanthella acuta* Schmidt, 1862; *Dictyonella* sp.; *Halichondria* (*Halichondria*) *genitrix* (Schmidt, 1870); *Agelas oroides* (Schmidt, 1864); *Dendroxea lenis* (Topsent, 1892); *Haliclona* (*Halichoclona*) *fulva* (Topsent, 1893); *Haliclona* (*Reniera*) *cratera* (Schmidt, 1862); *Haliclona* (*Reniera*) *mediterranea* Griessinger, 1971; *Haliclona* (*Soestella*) *mucosa* (Griessinger, 1971); *Haliclona* sp.; *Petrosia* (*Petrosia*) *fificiformis* (Poiret, 1789); *Aplysilla rosea* (Barrois, 1876); *Dysidea*

avara (Schmidt, 1862); *D. fragilis* (Montagu, 1814); *D. incrustans* (Schmidt, 1862); *Pleraplysilla spinifera* (Schulze, 1878); *Ircinia oros* (Schmidt, 1864); *I. retidermata* Pulitzer-Finali & Pronzato, 1980; *I. variabilis* (Schmidt, 1862); *Sarcotragus spinosulus* (Schmidt, 1862); *Hippospongia communis* (Lamarck, 1814); *Spongia lamella* (Schulze, 1879); *S. nitens* (Schmidt, 1862); *S. officinalis* Linnaeus, 1759; *S. virgultosa* (Schmidt, 1868); *S. zimocca* Schmidt, 1862; *Cacospongia proficiens* Pulitzer-Finali & Pronzato, 1980; *Fasciospongia cavernosa* (Schmidt, 1862); *Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833); *A. cavernicola* (Vacelet, 1959).

Conclusions - Species richness Porifera is notably high in shallow water of the Capo Caccia – Isola Piana MPA. This value represents the 11% of the entire Mediterranean sponge fauna. Data suggests that further surveys may increase these values. Two species are endemics to the Sardinia Sea, 17 species are endemics to the Mediterranean Sea, and most species are Atlanto-Mediterranean. Biodiversity assessment and checklists are valuable tools for the conservation and management of priority habitat and their wildlife.

References

- BIANCHI C.N., MORRI C. (1994) - Studio bionomico comparativo di alcune grotte sommerse: definizione di una scala di confinamento. *Mem. Ist. Ital. Biospeol.*, **6**: 107-123.
- CADEDU B. (2012) - *Biodiversity assessment in Mediterranean caves: the case of Porifera as model taxon*. PhD Thesis, University of Sassari, Italy.
- MANCONI R., CADEDU B., STOCCHINO G.A., PANSINI M., PRONZATO R., LEDDA F.D. (2010a) - Porifera checklist and database of Mediterranean marine caves. *Abstract book 20th Int. Conf. on Subterranean Biology. Postojna, Slovenia, 29 August - 3 September, 2010*: 86.
- MANCONI R., CUBEDDU T., DERIU A. (2001) - Valorizzazione delle risorse marine di Sardegna e Corsica: dati preliminari sulle spugne cornee. PIC-INTERREG II Sardegna-Corsica, Protezione, valorizzazione e gestione dell'ambiente Sardo-Corso, Università di Sassari: 259-261.
- MANCONI R., LEDDA F.D., SERUSI A., CORSO G., STOCCHINO G.A. (2009) - Sponges of marine caves: Notes on the status of the Mediterranean palaeoendemic *Petrobiona massiliana* (Porifera: Calcarea: Lithonida) with new records from Sardinia. *Ital. J. Zool.*, **76** (3): 306-315.
- MANCONI R., LEDDA F.D., STOCCHINO G.A., GRAFITTI G. (2010b) - Biogeographic patterns of lithistids (Demospongiae) from Mediterranean marine caves. *Abstract book 20th Int. Conf. on Subterranean Biology. Postojna, Slovenia, 29 August - 3 September, 2010*: 136.
- MANCONI R., SERUSI A. (2008) - Rare sponges from marine caves: discovery of *Neophrissospongia nana* nov. sp. from Sardinia with an annotated checklist of Mediterranean Lithistids. *Zookeys*, **4**: 71-87.
- MANCONI R., SERUSI A., PISERA A. (2006) - A new Mediterranean "lithistid" sponge, *Aciculites mediterranea* sp. n. (Porifera, Demospongiae) from a dark marine cave in Sardinia. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86**: 691-698.
- PANSINI M., LONGO C. (2008) - Porifera. In: Relini G. (ed), Checklist della Flora e della Fauna dei Mari Italiani (Parte I). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 42-66.
- VAN SOEST R.W.M., BOURY-ESNAULT N., HOOPER J.N.A., RÜTZLER K., DE VOGD N.J., ALVAREZ B., HAJDU E., PISERA A.B., VACELET J., MANCONI R., SCHOENBERG C., JANUSSEN D., TABACHNICK K.R., KLAUTAU M., PICTON B., KELLY M. (2014) - World Porifera Database [available online at <http://www.marinespecies.org/porifera>].

Funds provided by Regione Autonoma Sardegna (RAS-CRP-60215), MIUR-PRIN, Ministero dell'Ambiente, EU-7FP BAMMBO n. 265896, and Fondazione Banco di Sardegna.

F. CAVRARO, S. GIUST, R. FIORIN*, M. ZUCCHETTA, P. FRANZOI

CEMAS - Center for Estuarine and coastal MARine Sciences,
Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università Ca' Foscari Venezia,
Campo della Celestia, Castello 2737/B - 30122 Venezia, Italia.
cavraro@unive.it

*LagunaProject snc, Castello 6411 - 30122 Venezia, Italia.

EFFETTO DELLA DENSITÀ SULLA CONDIZIONE DI TRE SPECIE DI DECAPODI NATANTI NELLA LAGUNA DI VENEZIA

DENSITY INFLUENCE ON THE CONDITION OF THREE DECAPOD SPECIES WITHIN THE VENICE LAGOON

Abstract - Quantitative samples of three species of decapod crustaceans were collected across different seasons in three habitat types of the Venice lagoon, in order to evaluate how species density may affect the individual condition. The three species showed a different spatial distribution, with significant differences in density across lagoon habitats. A possible negative effect of density on individual weight was recorded for all the species considered.

Key-words: shellfish, lagoons, condition factor, density, habitat.

Introduzione - I crostacei decapodi natanti costituiscono una componente fondamentale degli ecosistemi lagunari perché, oltre ad influenzare la struttura e la funzionalità della comunità neotonica, occupano i livelli intermedi nel trasferimento energetico lungo la catena trofica (Bilgin *et al.*, 2008) e rappresentano un'importante risorsa per la pesca tradizionale. In laguna di Venezia vi sono indicazioni che le specie più abbondanti siano *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 e *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Franzoi, dati non pubblicati). Obiettivo del presente lavoro è quello di valutare come le densità delle tre specie, variando tra differenti habitat, influenzino la condizione media delle popolazioni residenti in laguna.

Materiali e metodi - All'interno del bacino nord della laguna di Venezia, nel periodo marzo-dicembre 2004, sono state effettuate 20 campagne in 10 stazioni di campionamento, suddivise fra tre habitat: barena, piana e prateria di fanerogame. Contestualmente alla raccolta dei campioni, sono stati rilevati i principali parametri ambientali: temperatura, salinità, ossigeno disciolto e torbidità. Gli esemplari raccolti sono stati fissati in formaldeide all'8% fino alle analisi di laboratorio. Dopo essere stato classificato, ogni individuo è stato misurato (± 0.1 mm) e pesato (± 0.001 g). Separatamente per specie è stato calcolato il fattore di condizione individuale secondo il metodo del peso relativo (Wege e Anderson, 1978). L'effetto dell'habitat e della stagione sul fattore di condizione è stato valutato mediante analisi della varianza a due vie.

Risultati - Le specie *C. crangon* e *P. elegans* sono state rinvenute preferibilmente nell'habitat di barena, in condizioni di minore salinità, di sedimenti a granulometria più fine, maggiore torbidità e presenza di macroalghe. Nel caso di *P. adspersus*, le abbondanze sono risultate significativamente più alte nelle praterie di fanerogame marine. L'analisi della condizione corporea per le tre specie considerate nei diversi habitat lagunari indagati ha evidenziato pattern differenti da quelli evidenziati dallo studio della distribuzione delle abbondanze (Fig. 1). In particolare, elevate densità di individui corrispondono a valori di condizione inferiore. Questo risultato può essere ricondotto ad una minore disponibilità di cibo causata dall'elevata densità, in accordo a quanto già riportato per altre specie nella laguna di Venezia (Cavraro *et al.*, 2014). Una motivazione alle elevate abbondanze in alcuni habitat potrebbe

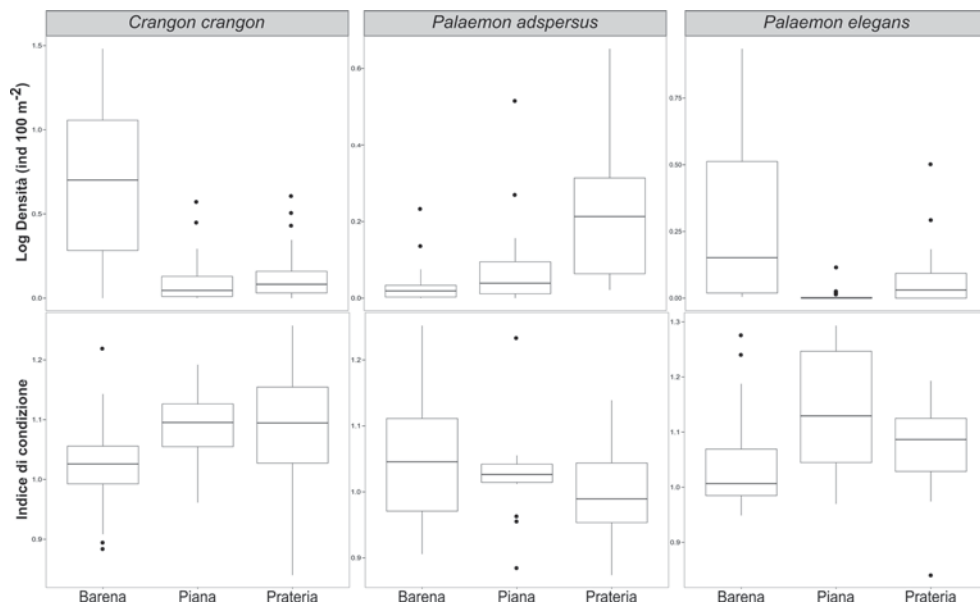


Fig. 1 - Confronto tra la densità (in alto) e la condizione (in basso) per le tre specie di decapodi nei tre habitat lagunari.

Comparison between density (above) and condition (below) for the three decapods species across the three lagoon habitat.

essere il minore rischio di predazione. Queste zone rappresenterebbero cioè aree di rifugio dai potenziali predatori nei confronti di specie di piccole dimensioni come i decapodi qui considerati.

Conclusioni - Questo studio ha permesso di raccogliere informazioni sul ciclo biologico, sullo stato di salute e sulle modalità di utilizzo degli habitat di basso fondale da parte delle specie di decapodi natanti più comuni nel bacino settentrionale della laguna di Venezia. I risultati ottenuti hanno evidenziato differenti distribuzioni spaziali e temporali degli individui nelle tre specie, e un diverso livello di condizione corporea che può essere ricondotto ad un depauperamento delle risorse trofiche o ad una scarsa efficienza del loro sfruttamento a causa delle elevate abbondanze degli individui.

Bibliografia

- BILGIN S., OZEN O., ATES A. (2008) - Spatial and temporal variation of *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*, and *Crangon crangon* (Decapoda: Caridea) in the southern Black Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **79**: 671-678.
- CAVRARO F., DAOUTI I., LEONARDOS I., TORRICELLI P., MALAVASI S. (2014) - Linking habitat structure to life history strategy: insights from a Mediterranean killifish. *J. Sea Res.*, **85**: 205-213.
- WEGE G.J., ANDERSON R.O. (1978) - Relative weight (Wr): a new index of condition for largemouth bass. In: Novinger G.D., Dillard J.G. (eds), *New Approaches to the Management of Small Impoundments*, Vol. 5. American Fisheries Society Special Publication, Bethesda: 79-91.

G. CHIMIENTI, P. PANETTA, A. LIONETTI, P. RICCI, R. CARLUCCI, F. MASTROTOTARO

Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro", Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
giovanni.chimienti@uniba.it

AGGIORNAMENTI DELLA MALACOFaUNA COSTIERA DEL MEDIO E BASSO ADRIATICO

UPDATE OF THE COASTAL MALACOFaUNA OF THE MID AND SOUTH ADRIATIC SEA

Abstract - The study of molluscs found along the north coasts of Apulia (Mid and South Adriatic Sea) allowed to identify 144 species (59 of them alive) and to update the molluscs checklist for this area of the Mediterranean Sea.

Key-words: zoobenthos, marine molluscs, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il presente studio, effettuato nell'ambito del programma di ricerca "Messa a punto del sistema di monitoraggio annuale dello stato dei molluschi bivalvi oggetto di sfruttamento mediante draga idraulica" richiesto dalla Direzione Generale della Pesca Marittima e dell'Acquacoltura, riporta l'analisi della malacofauna costiera campionata sui substrati incoerenti dell'Adriatico pugliese. Alcune delle specie rinvenute durante tale indagine non risultano presenti all'interno della Checklist italiana di riferimento (Cattaneo-Vietti e Giovine, 2008; Oliverio, 2008; Schiaparelli, 2008) per quanto concerne i settori biogeografici di interesse. Il presente lavoro fornisce un aggiornamento della malacofauna presente lungo la fascia costiera pugliese compresa tra la foce del Fiume Saccione e Barletta.

Materiali e metodi - Un totale di 42 transetti lineari perpendicolari alla linea di costa sono stati realizzati tra febbraio e marzo 2013 allocando 68 stazioni di campionamento lungo la fascia costiera del medio e basso Adriatico pugliese compresa tra la foce del Fiume Saccione (al confine tra Puglia e Molise) e la città di Barletta, nei settori biogeografici 7 e 8 *sensu* Bianchi (2004). Il campionamento è stato realizzato utilizzando una draga idraulica con apertura di 2 m all'interno della quale è stato posizionato un retino campionario di 40 cm di lato e maglia standardizzata di 7 mm di lato. Le stazioni di campionamento sono state allocate lungo ciascun transetto a intervalli regolari di 0,25 miglia, a partire da 0,25 miglia dalla linea di battigia e procedendo verso il largo fino a un massimo di 1 miglio dalla costa, a profondità comprese tra i 2 e gli 11 m, su fondali incoerenti caratterizzati dalle biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) e delle Sabbie Fangose di Moda Calma (SVMC). I molluschi campionati sono stati identificati fino al livello di specie.

Risultati - Sono state campionate 144 specie di molluschi (78 Gastropoda, 63 Bivalvia e 3 Scaphopoda). Circa il 42% delle specie è stato rinvenuto vivente (27 Gastropoda, 29 Bivalvia e 3 Scaphopoda) (Tab. 1). 14 specie, di cui 2 gasteropodi e 12 bivalvi, sono risultate essere una nuova segnalazione per l'area di studio sulla base della Checklist della Flora e della Fauna dei mari italiani (Cattaneo-Vietti e Giovine, 2008; Oliverio, 2008; Schiaparelli, 2008; Steiner, 2008). In particolare, 11 specie (tutti Bivalvia) rappresentano nuove segnalazioni per il settore biogeografico 7, mentre 5 specie (2 Gastropoda e 3 Bivalvia) per il settore biogeografico 8 (Tab. 1). Interessante è risultato il rinvenimento dei gasteropodi di piccole dimensioni come *Nassarius pygmaeus* (Lamarck, 1822), *Bela zonata* (Locard, 1892) e *Gibbula philberti* (Récluz,

1843), presenti rispettivamente nel 10%, 11% e 7,5% delle stazioni di campionamento. Per quanto concerne lo studio della tanatocenosi, si segnalano alcune specie rare come il bivalve *Macoma cumana* (O.G. Costa, 1830) ed il gasteropode *Gibbula albida* (Gmelin, 1791), quest'ultima comune nella laguna di Venezia (Ghisotti e Melone, 1972). Si segnala, inoltre, il bivalve alloctono *Arcuatula senhousia* (Benson in Cantor, 1842), di cui sono state rinvenute poche valve in una stazione di campionamento presso Siponto (a sud di Manfredonia, settore biogeografico 8).

Tab. 1 - Elenco delle nuove segnalazioni di specie di molluschi rinvenute viventi e dei relativi settori biogeografici (s.b.: 7 – Basso Adriatico; 8 – Medio Adriatico).

List of the new report of molluscs species found alive and related biogeographic zones involved (s.b.: 7 – Southern Adriatic; 8 – Mid Adriatic).

Specie	s.b.	Specie	s.b.
Gastropoda		<i>Macra glauca</i> Born, 1778	7-8
<i>Armina tigrina</i> Rafinesque, 1814	8	<i>Macra stultorum</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Tectonatica sagraiana</i> (D'Orbigny, 1842)	8	<i>Pharus legumen</i> (Linnaeus, 1758)	7
Bivalvia		<i>Solen marginatus</i> Pulteney, 1799	7
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)	7	<i>Moerella distorta</i> (Poli, 1791)	7
<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)	7	<i>Tellina albicans</i> Gmelin, 1791	7
<i>Glans trapezia</i> (Linnaeus, 1767)	8	<i>Tellina tenuis</i> Da Costa, 1778	7
<i>Glycymeris glycymeris</i> (Linnaeus, 1758)	7-8	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	7

Conclusioni - Lo studio della malacofauna costiera per mezzo di draga idraulica ha permesso di aggiornare la lista e la distribuzione delle specie di molluschi nel medio e basso Adriatico (settor biogeografico 7 e 8). Molte di queste specie, come i bivalvi *Dosinia lupinus*, *Glycymeris glycymeris*, *Macra glauca* e *Polititapes aureus*, sebbene siano risultate comuni e abbondanti durante il presente studio, non sono riportate all'interno della Checklist di riferimento (Schiaparelli, 2008) per i settori biogeografici che interessano l'area di studio. L'utilizzo di un retino a maglia di 7 mm all'interno della draga, inoltre, ha consentito il campionamento anche di individui di piccole dimensioni, come i gasteropodi *B. zonata* e *G. philberti*, contribuendo all'implementazione delle conoscenze sulla biodiversità malacologica della fascia costiera del medio e basso adriatico.

Bibliografia

- BIANCHI C.N. (2004) - Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario SIBM*, **46**: 57-59.
- CATTANEO-VIETTI R., GIOVINE F. (2008) - Opisthobranchia. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 279-295.
- GHISOTTI F., MELONE N. (1972) - Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo. *Conchiglie*, **8** (11-12) (Suppl. 4): 79-146.
- OLIVERIO M. (2008) - Gastropoda Prosobranchia. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 235-278.
- SCHIAPARELLI S. (2008) - Bivalvia. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 296-314.
- STEINER G. (2008) - Scaphopoda. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 1): 315-317.

L. DONNARUMMA, M. TERRADAS*, L. APPOLLONI, F. DI STEFANO,
J.L. SÁNCHEZ-LIZASO*, R. SANDULLI, G.F. RUSSO

Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Università degli Studi di Napoli "Parthenope",
Centro Direzionale, Isola C4 - 80143 Napoli, Italia.
luigiadonnarumma@libero.it

*Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante,
Carretera de San Vicente del Raspeig, s/n - 03690 Alicante, Spagna.

ASSOCIATED BENTHIC FAUNA TO THE VERMETID REEFS ALONG THE MEDITERRANEAN SPANISH COAST

FAUNA BENTONICA ASSOCIATA AI REEF A VERMETI LUNGO LA COSTA SPAGNOLA MEDITERRANEA

Abstract - The aim of this study was to investigate the benthic fauna associated to nearshore vermetid reefs. Sampling was conducted along the Mediterranean coast of Spain, in three different areas, using scraping techniques, to characterize the taxonomic assemblage living among and inside the *Dendropoma* empty shells. The results showed high abundance and very low taxa diversity.

Key-words: reef formation, biodiversity, vermetids, Mediterranean Sea.

Introduction - Vermetid reefs are bioconstructions built up by the gastropod mollusc *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884) on the rocky shores exposed to the wave action, in warm waters of the Mediterranean Sea (Laborel, 1987). Vermetid reefs have a very complex morphologic structure. As ecosystem engineer (Jones *et al.*, 1994), *D. petraeum* attaches its shell on rocky shores, producing a dense cluster, increasing the surface of abrasive platforms and creating new microhabitats leading to a high community diversity along the intertidal fringe (Chemello, 2009). To date, despite the existence of several studies describing the biology and morphology of vermetid gastropods, very few data are available on reefs biodiversity (Mannino, 1992; Chemello *et al.*, 1998; Badalamenti *et al.*, 1998). The aim of this work is to investigate on abundance and composition of benthic fauna structure associated to Spanish vermetid reefs.

Materials and methods - The study was carried out along the Mediterranean coast of Spain (from 37°37'N-00°42'W to 38°46'N-00°12'W). Three rocky intertidal sites (Cabo de Palos, Punta Prima and Jávea) were surveyed between September and October 2013. For each site, three random replicates (10×10 cm) of *D. petraeum* were collected using hammer and chisel, from the outer edge of the reefs, where the living vermetid multilayer does not exceed 2 cm in thickness. The *Dendropoma* aggregations were analysed and the isolated invertebrates were examined under a stereomicroscope. The identification of benthic fauna was conducted at a high taxonomic level and data were reported as abundance (N), taxonomic richness (S), Shannon-Wiener diversity index (H') and Pielou evenness (J). Cluster analysis, based on Bray-Curtis similarities, was performed to compare the similarity of benthic fauna among the three stations of vermetid reefs.

Results - A total of 11,170 individuals were identified, belonging to 10 taxonomic groups (Fig. 1) with a mean among the replicates of 1241.22 ± 280.22 ind/dm². While the mean values of the Shannon-Weiner diversity index (H') and evenness index (J), among the replicates, were 1.032 ± 0.146 and 0.476 ± 0.059 respectively. 95% of the total abundance belongs to 3 groups (Crustacea Malacostraca, 57%; Polychaeta, 32%; Mollusca, 6%), while the remaining 7 taxonomic groups only accounts for 5% of

total abundance. Cluster analysis showed the higher similarity between Cabo de Palos and Jávea (93.48%), but similarity values associated to the third station (Punta Prima) are also rather high (82.91%).

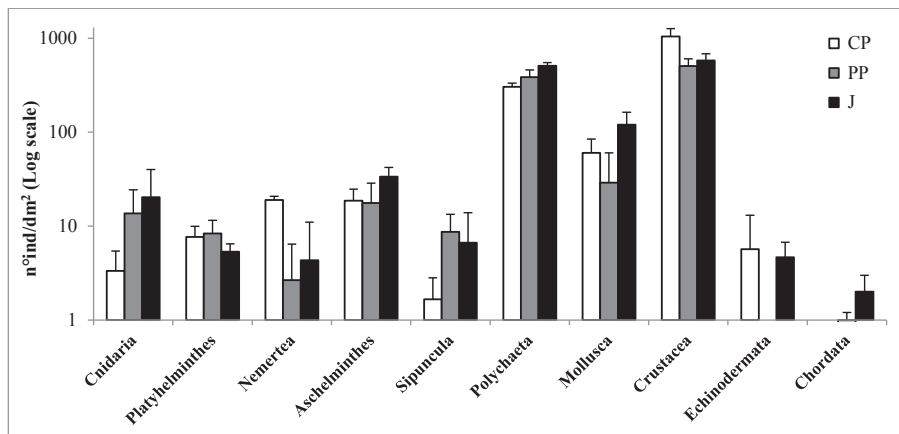


Fig. 1 - Mean number of individuals ($\pm$ SD) of faunal taxocoene associated to the vermetid reefs in the three sampling sites: Cabo de Palos (CP), Punta Prima (PP) and Jávea (J).

Numero medio di individui ($\pm$ DS) della fauna associata ai reef a vermeti nei tre siti di campionamento: Cabo de Palos (CP), Punta Prima (PP) e Jávea (J).

Conclusions - In all the investigated sites, 10 taxonomic groups compose the vagile fauna associated to the vermetid reefs, but only three of them (Crustacea, Polychaeta and Mollusca) contribute to 95% of the total abundance, that results in low values of evenness index. A high fauna density is associated to the vermetid reefs, confirming their important role in enhancing vagile fauna in shallow waters along coastline (Chemello *et al.*, 2000). In fact, the physical structure of *D. petraeum* bioconstruction is an important factor affecting the distribution of benthic invertebrates, that may live on, among and inside the shells, that therefore provide a high diversity of suitable microhabitats (Jones *et al.*, 1994).

References

- BADALAMENTI F., CHEMELLO R., D'ANNA G., RIGGIO S. (1998) - Diversity of the Polychaete assemblage in the hard bottom mediolittoral along the north-western Sicilian coast: the role played by the vermetid bioconstruction. *Abstract 1° Conv. Naz. Sci. Mar., "Diversità e Cambiamento", Ischia (NA)*: 14.
- CHEMELLO R. (2009) - Le biocostruzioni marine in Mediterraneo. Lo stato delle conoscenze sui reef a Vermeti. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 2-18.
- CHEMELLO R., CIUNA I., PANDOLFO A., RIGGIO S. (1998) - Molluscan assemblages associated with intertidal vermetid formations: a morpho-functional approach. *Boll. Mal.*, **33**: 105-114.
- CHEMELLO R., DIELI T., ANTONIOLI F. (2000) - Il ruolo dei "reef" a Molluschi Vermetidi nella valutazione della biodiversità. In: Silenzi S. (ed), *Mare e cambiamenti globali. Aspetti scientifici e gestione del territorio*. Quaderni ICRAM, Roma: 105-118.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. (1994) - Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, **69**: 373-386.
- LABOREL J. (1987) - Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Rep. Port-Cros Natl. Park*, **13**: 97-126.
- MANNINO A.M. (1992) - Studio fitosociologico della vegetazione mesolitorale a *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Rhodophyceae, Corallinales). *Naturalista Sicil.*, **16**: 3-25.

F. FRAU, F. ATZORI, M.F. CINTI, R. GHIANI, B. PALIAGA, S. CORRIAS

Area Marina Protetta di Capo Carbonara, Piazza Gramsci, 9 - 09049 Villasimius (CA), Italia.
frafrau81@gmail.com

**DISTRIBUZIONE DI *PINNA NOBILIS* LINNAEUS, 1758
(MOLLUSCA, BIVALVIA) NELL'AREA MARINA PROTETTA
DI CAPO CARBONARA (SARDEGNA)**

***DISTRIBUTION OF PINNA NOBILIS LINNAEUS, 1758
(MOLLUSCA, BIVALVIA) IN THE CAPO CARBONARA
MARINE PROTECTED AREA (SARDINIA)***

Abstract - The distribution of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) was studied in two sampling areas in the Capo Carbonara Marine Protected Area, South East Sardinia. The aim is to highlight the conservation status, the main pressures and threats on this charismatic and protected species. A size difference along depth was evidenced as well differential predation.

Key-words: marine parks, environmental protection, marine molluscs, biodiversity, distribution.

Introduzione - L'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (AMPCC), nel Comune di Villasimius (Sardegna sud orientale), è caratterizzata da una elevata biodiversità, con 720 specie e 30 *habitat* marini censiti (Frau *et al.*, 2011; Cinti *et al.*, 2011), che ne hanno determinato il riconoscimento come Area Specialmente Protetta di Importanza Mediterranea (ASPIM) e Sito di Importanza Comunitaria (SIC ITB040020) della Rete Natura 2000. Tuttavia, durante i mesi estivi l'area è interessata da un forte impatto antropico (pesca, diporto, balneazione, *diving*) che rappresenta una potenziale minaccia per alcune specie e *habitat* protetti ai sensi della Direttiva 92/43/CEE e della Convenzione di Barcellona. Obiettivo di questo lavoro è riportare i risultati preliminari sullo stato di conservazione e distribuzione della specie protetta *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758, diffusa nelle praterie a *Posidonia oceanica* Delile, 1813 e su fondi rocciosi (AMPCC, 2011). La specie, per la quale sono disponibili informazioni parziali, è soggetta agli impatti antropici e alla predazione da parte di specie come *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 e *Hexaplex trunculus* Linnaeus, 1758 (Zakhama-Sraieb *et al.*, 2011).

Materiali e metodi - Sono state selezionate due aree di studio, Fortezza Vecchia (FV) e Baia di Santo Stefano (SS), a N-O di Capo Carbonara. Nei mesi di settembre e ottobre 2013 sono stati rilevati *in situ*, mediante censimenti visivi su transeetti lineari (Cancemi *et al.*, 2008) a profondità compresa tra 1 e 10 metri, i parametri secondo Coppa *et al.* (2010): caratteristiche ambientali (substrato, profondità), associazione con altre specie quali *Caulerpa racemosa* J. Agardh, 1873, stato dell'esemplare (vivo, morto, danneggiato), caratteristiche morfometriche (larghezza massima, a livello del sedimento, altezza della porzione della conchiglia fuori dal sedimento), orientamento delle valve. Gli esemplari sono stati georeferenziati con un GPS posizionato sulla verticale per successiva restituzione su GIS. L'altezza totale di ciascun individuo è stata calcolata secondo l'equazione di García-March e Ferrer (1995). Profondità, dimensioni e orientamento delle valve sono stati analizzati attraverso l'analisi multivariata. Il tasso di mortalità (TM) è stato espresso come la percentuale di individui morti e la potenziale causa attraverso le tracce rilevate sulle valve (Zakhama-Sraieb *et al.*, 2011).

Risultati e conclusioni - Nelle aree indagate sono stati registrati 72 individui di *P. nobilis* e 1 di *Pinna rudis* Linnaeus, 1758, la cui presenza nell'AMPCC non era

stata ancora segnalata. In particolare, a FV sono stati registrati 8 esemplari di *P. nobilis* su 1,4 ha, pari a 5,7 esemplari/ha, con dimensioni comprese tra 11 e 48 cm (media $32,5 \pm 14,3$ cm) e TM del 12,5%, attribuibile a predazione di *H. trunculus*. A SS sono stati rilevati 64 esemplari di *P. nobilis* su 1,31 ha, pari a 48,8 esemplari/ha, di dimensioni comprese tra 11 e 75 cm (media $35,3 \pm 15$ cm) e TM del 15,62%, di cui il 12,5%, dovuto a predazione di *O. vulgaris* e il 3,1% probabilmente all'ancoraggio. Dall'analisi multivariata sull'orientamento delle valve, profondità e substrato, è stata evidenziata una elevata similarità tra le due aree; inoltre gli esemplari che si trovano alla stessa batimetria presentano tutti lo stesso orientamento, le dimensioni delle valve sono maggiori all'aumentare della profondità, non è evidente l'influenza delle caratteristiche ambientali; la maggiore concentrazione degli esemplari è stata rilevata a profondità comprese tra 3 e 5 m. In entrambe le aree indagate gli esemplari di *P. nobilis* si trovano distribuiti in modo simile per dimensioni, profondità e tipologia di substrato. Al pari di altre aree del Mediterraneo esiste un gradiente dimensionale in funzione della profondità con maggiore preferenza per profondità tra 3 e 5 metri (García-March *et al.*, 2007). In accordo con Zakhama-Sraieb *et al.* (2011), la mortalità riscontrata nelle due aree può essere riconducibile ad attività antropiche, predazione di *O. vulgaris* e/o *H. trunculus* e morte naturale; nondimeno il numero ridotto e le dimensioni degli esemplari, tutti giovanili, riscontrati nei primi metri di profondità, rafforza l'ipotesi dell'influenza di pressioni antropiche sulle popolazioni indagate. Si suggeriscono pertanto ulteriori indagini su lunga scala temporale anche al fine di approfondire le conoscenze su *P. rudis*, la cui presenza accresce il livello di biodiversità dell'AMPCC.

Bibliografia

- AMPCC (AREA MARINA PROTETTA CAPO CARBONARA) (2011) - *Annotated format for the presentation reports for the areas proposed for inclusion in the SPAMI list*: 40 pp.
- CANCEMI G., GUALA I., COPPA S., BURON K. (2008) - L'impatto degli ancoraggi sulle praterie di *Posidonia oceanica* e sui popolamenti di *Pinna nobilis*. In: AMPAMED, *Le rôle des Aires Marines Protégées dans la gestion durable d'Activités économiques, telles que la pêche artisanale et le tourisme, en harmonie avec l'identité culturelle des régions de Méditerranée occidentale*. Fondazione IMC Onlus: 37-58.
- CINTI M.F., FRAU F., PALIAGA B., SIMEONE S., PALOMBO L., GUALA I. (2011) - Priority habitats according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention) present in the Capo Carbonara Marine Protected Area. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 302-304.
- COPPA S., GUALA I., DE LUCIA G.A., MASSARO G., BRESSAN M. (2010) - Density and distribution patterns of the endangered species *Pinna nobilis* within a *Posidonia oceanica* meadow in the Gulf of Oristano (Italy). *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **90** (5): 885-894.
- FRAU F., CINTI M.F., PALIAGA B., GUALA I. (2011) - Protected species according to the SPA/BIO protocol (Barcelona Convention) present in the Marine Protected Area Capo Carbonara. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 309-311.
- GARCÍA-MARCH J.R., FERRER J. (1995) - Biometria de *Pinna nobilis* (L., 1758): una revision de la ecuacon de De Gaulejac y Vicente (1990). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **11**: 175-181.
- GARCÍA-MARCH J.R., GARCÍA-CARRASCOSA A.M., PENA CANTERO A.L., WANG Y.G. (2007) - Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Mar. Biol.*, **150**: 861-871.
- ZAKHAMA-SRAIEB R., SGHAIER Y.S., OMRANE A., CHARFI CHEIKHROUHA F. (2011) - Density and population structure of *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia) in the Ghar el Melh lagoon (N-E Tunisia). *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer*, **38**: 65-71.

D. IORI, L. FORTI, D. PREVEDELLI, G. MASSAMBA-N'SIALA, R. SIMONINI

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia,
Via Campi, 213/D - 41125 Modena, Italia.
dario.iori@unimore.it

TOSSICITÀ DEL MUCO COLORATO DI *HALLA PARTHENOPEIA* (DELLE CHIAJE, 1828) (ANNELIDA, OENONIDAE)

TOXICITY OF HALLA PARTHENOPEIA (DELLE CHIAJE, 1828) *(ANNELIDA, OENONIDAE) COLOURED MUCUS*

Abstract - The toxic effects of the coloured mucus produced under stress conditions by *Halla parthenopeia* (Polychaeta: Oeononidae) was assessed by means of a battery of ecotoxicological tests that included bacteria, protozoan, rotifers, polychaetes and crustaceans. Coloured mucus was toxic at concentrations ranging from 70.000 to 300 mg l⁻¹ (in terms of LC₅₀ values) depending on the tested species. Results suggest that the coloured mucus should play a role in the chemical defence of *H. parthenopeia*.

Key-words: chemical defence, mucus, *Halla parthenopeia*, marine invertebrates, ecotoxicology.

Introduzione - I policheti del genere *Halla* (Costa, 1844) producono un muco con funzione strutturale (locomozione e mantenimento della forma dei tubi/gallerie all'interno delle quali l'animale vive) e due tipi di muco utilizzati nella predazione (uno ad attività paralitica e l'altro contenente enzimi digestivi), tutti trasparenti (Kawai *et al.*, 1999). Fin dal XIX secolo (Delle Chiaje, 1828) è noto che in risposta allo stress *H. parthenopeia* può emettere anche un muco colorato (violaceo-nero), la cui funzione era ancora sconosciuta e la cui attività è stata valutata in questo lavoro tramite una batteria di saggi ecotossicologici acuti comprendente batteri (*Vibrio fischeri* Lehmann & Neumann, 1896), protozoi ciliati (*Euplotes crassus* Dujardin, 1841), rotiferi (*Brachionus plicatilis* Müller, 1786), policheti (*Dinophilus gyrotilatus* O. Schmidt, 1857) e crostacei (*Artemia franciscana* Kellog, 1906). Gli esperimenti sono stati eseguiti considerando anche il muco trasparente con funzione strutturale.

Materiali e metodi - Esemplari di *H. parthenopeia* originari della Francia meridionale, sono stati mantenuti in acquari per diversi mesi, esaminandone il comportamento e le modalità di emissione del muco trasparente e colorato. Dopo raccolta, centrifugazione e omogeneizzazione, parte del muco è stato utilizzato fresco per l'esecuzione dei saggi, ed il rimanente è stato congelato a -80 °C. I test acuti con *E. crassus* (esposizione: 2 ore) e *D. gyrotilatus* (24 e 96 ore) sono stati allestiti a partire da colture di laboratorio (Simonini *et al.*, 2011; Gomiero *et al.*, 2013). I test con *V. fischeri*, *B. plicatilis* e *A. franciscana* sono stati eseguiti seguendo le procedure previste dai kit commerciali Microtox® (liquid phase, 5, 15 e 30 minuti), Rotoxkit® (24 e 48 ore) e Artoxkit® (24 ore). I saggi hanno previsto la diluizione in acqua marina artificiale (Reef Crystals) di aliquote note di muco. In ciascun saggio sono stati considerati almeno 6 trattamenti (5 concentrazioni della matrice da testare, un controllo in acqua) decisi in base a range finding tests. La tossicità è stata espressa in termini di LC₅₀/EC₅₀.

Risultati - *H. parthenopeia* produce una grande quantità di muco trasparente quando viene mantenuta in acquari privi di sedimento. I vermi emettono il muco colorato in seguito a stimolazione meccanica; esso forma un involucro intorno all'animale, che si libera velocemente dal muco colorato producendone di trasparente e allontanandosi. Non sono stati osservati effetti tossici del muco trasparente (fresco

o congelato) in nessuna delle specie test, anche nei trattamenti con minore diluizione (30-50% di muco in acqua marina). Il muco colorato fresco è invece molto tossico per *D. gyrociliatus* già a diluizioni di mille volte, mostrando valori di LC_{50} a 96 ore di 300-720 mg l⁻¹ (minimo e massimo di concentrazione di tre diversi pool di muco). Il muco colorato congelato mantiene la sua tossicità anche dopo 20 e 90 giorni dal congelamento (LC_{50} a 96 ore di 630 e 790 mg l⁻¹, rispettivamente). I saggi sugli altri organismi test sono stati eseguiti utilizzando muco colorato congelato. Anche *A. franciscana*, *B. plicatilis* e *V. fischeri* risentono dell'esposizione al muco colorato: l' LC_{50} ottenuto per *B. plicatilis* (24 ore: 800 mg l⁻¹) è paragonabile a quelli calcolati per *D. gyrociliatus*, mentre *V. fischeri* (EC_{50} a 30 minuti =13600 mg l⁻¹) e, soprattutto, *A. franciscana* (LC_{50} a 24 ore =62900 mg l⁻¹) sono circa uno e due ordini di grandezza maggiori di quelli riscontrati per *D. gyrociliatus*, rispettivamente.

Conclusioni - La capacità di esercitare effetti tossici su un'ampia gamma di organismi suggerisce che il muco colorato di *H. parthenopeia* svolga la funzione di difesa chimica. Studi dettagliati sui metaboliti secondari coinvolti nei meccanismi di difesa di singole specie di policheti sono molto rari. Barsby *et al.* (2003) hanno dimostrato la funzione difensiva dai predatori svolta da 2-n alchilpirroli sulfammati nel polichete cirratulide *Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808). Diversi studi hanno inoltre evidenziato che molte specie di policheti accumulano nel loro corpo grandi quantità di metaboliti aromatici brominati ma non sembra semplice attribuire una specifica funzione a queste molecole, che possono agire anche come difesa contro predatori, competitori, parassiti o come barriera contro i raggi ultravioletti (Gaston e Slattery, 2002). Sono ora in corso ricerche per risalire alla molecola responsabile della tossicità del muco colorato di *H. parthenopeia*. La colorazione rosso- arancione dell'animale è dovuta principalmente alla presenza di un pigmento viola, l'hallacromo (7-idrossi-8-metossi-6-metil-1,2-anthrachinone, Prota *et al.*, 1971), che potrebbe essere il responsabile della colorazione e della tossicità del muco colorato di *H. parthenopeia*.

Bibliografia

- BARSBY T., KICKLIGHTER C.E., HAY M.E., SULLARDS M.C., KUBANEK J. (2003) - Defensive 2-n-alkylpyrrole sulfamates from the marine annelid *Cirriformia tentaculata* (Polychaeta: Cirratulidae). *J. Nat. Prod.*, **66**: 1110-1112.
- DELLE CHIAJE S. (1828) - *Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. Vol. 3.* Stamperia de' Fratelli Fernandes, Napoli: 232 pp.
- GASTON G.R., SLATTERY M. (2002) - Ecological function of chemical deterrents in a tropical polychaete *Eupolymna crassicornis* (Anellida, Terebellidae), in Belize. *Bull. Mar. Sci.*, **703**: 891-897.
- GOMIERO A., DAGNINO A., NASCI C., VIARENGO A. (2013) - The use of Protozoa in ecotoxicology: application of multiple endpoint tests of the ciliate *Euplotes crassus* for the evaluation of sediment quality in coastal marine ecosystems. *Sci. Tot. Env.*, **442**: 534-544.
- KAWAI K., KUNITAKE H., SAITO H., IMABAYASHI H. (1999) - Paralytic and digestive activities of jelly-like substances secreted by a Lysaretid polychaete, *Halla okudai*. *Benth. Res.*, **54**: 1-7.
- PROTA G., D'AGOSTINO M., MISURACA G. (1971) - Isolation and characterization of hallachrome, a red pigment from the sea worm *Halla parthenopeia*. *Experientia*, **27**: 15-16.
- SIMONINI R., ORLANDI M., ABBATE M. (2011) - Is the toxic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* harmful to Mediterranean benthic invertebrates? Evidences from ecotoxicological tests with the polychaete *Dinophilus gyrociliatus*. *Mar. Env. Res.*, **72**: 230-233.

M. MONTEFALCONE, A. CÁNOVAS MOLINA, E. CECCHI¹, I. GUALA²,
C. MORRI, G. BAVESTRELLO, C.N. BIANCHI, L. PIAZZI³

DISTAV, Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
montefalcone@dipteris.unige.it

¹Agenzia Regionale Toscana per la Protezione dell'Ambiente (ARPAT), Via Marradi, 114 - Livorno, Italia.

²Fondazione IMC Onlus Centro Marino Internazionale, Loc. Sa Mardini, Torregrande,
Oristano, Italia.

³Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - Sassari, Italia.

CONFRONTO TRA DUE METODOLOGIE PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ ECOLOGICA DEI POPOLAMENTI CORALLIGENI

COMPARISON BETWEEN TWO METHODS FOR THE ASSESSMENT OF ECOLOGICAL QUALITY OF CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES

Abstract - The present work aimed at comparing data obtained through the application of two different ecological indices (RVA and ESCA) to coralligenous assemblages in three localities of the northwestern Mediterranean Sea. Results showed similar patterns between the two indices, except for one locality where the low abundance of erect layer led to low RVA values compared to ESCA ones. Data obtained may represent a first step for the development of the most suitable indices to assess the ecological quality of coastal systems.

Key-words: coralligenous assemblages, rocky bottoms, ecological quality, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il coralligeno rappresenta uno degli habitat più importanti del Mediterraneo in termini di estensione, biodiversità, produzione e ruolo svolto nel ciclo del carbonio (Ballesteros, 2006). Per questi motivi viene considerato, nell'ambito della *Marine Strategy Framework Directive*, un "tipo di habitat speciale" la cui valutazione dello stato di qualità può contribuire alla definizione dello stato ambientale (*Environmental Status*, EnS) delle regioni o sub-regioni marine mediterranee (EC, 2008). Attualmente sono stati proposti alcuni metodi per valutare la qualità ecologica dei popolamenti coralligeni: il *Coralligenous Assemblage Index* (CAI, Deter *et al.*, 2012), il *Rapid Visual Assessment* (RVA, Gatti *et al.*, 2012) e l'*Ecological Status of Coralligenous Assemblages* (ESCA, Cecchi e Piazzì, 2010). Il presente contributo si propone di comparare i risultati ottenuti dall'applicazione di ESCA e RVA in tre differenti aree del Mediterraneo occidentale.

Materiali e metodi - Lo studio è stato effettuato in tre località del Mediterraneo occidentale: il Promontorio di Portofino in Liguria, l'Isola d'Elba nell'Arcipelago Toscano e Capo Carbonara in Sardegna. In ogni località sono stati campionati due siti a profondità compresa tra 30 e 40 m, distanti tra loro alcuni chilometri. In ogni sito sono stati effettuati 3 rilevamenti RVA e 10 campionamenti fotografici di 1800 cm² per il calcolo dell'indice ESCA. La qualità del coralligeno è stata determinata, con il metodo RVA, per lo strato basale, intermedio ed eretto e successivamente i dati sono stati condensati in un unico valore di qualità ecologica. Per l'indice ESCA sono stati considerati la presenza/abbondanza di specie sensibili, il numero totale di *taxa*/gruppi morfologici algali (diversità alpha) e l'eterogeneità del popolamento (diversità beta) calcolata con la PERMDISP analisi (Anderson *et al.*, 2006).

Risultati - I popolamenti coralligeni studiati si presentavano mediamente ben strutturati, con uno strato basale di Corallinales incrostanti variamente sviluppato ma sempre presente. Gli elementi dominanti sono risultate le Peyssonneliacee, l'alga

verde *Flabellia petiolata* Nizamuddin, 1987, le spugne e i briozoi incrostanti ed eretti. Le gorgonie *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) e *Eunicella cavolini* (Koch, 1887) erano ovunque ben rappresentate, ad eccezione che in un sito di Capo Carbonara. La qualità ecologica del coralligeno misurata mediante l'indice ESCA ha mostrato valori più elevati all'Isola d'Elba e a Capo Carbonara. Anche mediante l'applicazione del metodo RVA i valori maggiori di qualità ecologica sono risultati all'Isola d'Elba, mentre Capo Carbonara ha mostrato valori relativamente bassi (Tab. 1).

Tab. 1 - Valori dell'indice RVA calcolato per i tre strati separatamente, delle tre componenti dell'indice ESCA e corrispondenti valori di qualità ecologica (EQ) del coralligeno nelle tre località campionate.

Mean values of the RVA index for the three layers separately, three components of the ESCA index and overall ecological quality (EQ) of coralligenous in the three localities.

Località	RVA				ESCA			
	Basale	Intermedio	Elevato	EQ	Sensitivity	Alpha	Beta	EQ
Portofino	1.73	2.00	1.50	1.68	0.46	0.72	0.95	0.71
C. Carbonara	1.74	3.00	1.17	1.49	0.89	0.80	0.92	0.89
Isola d'Elba	1.97	1.33	2.67	1.84	0.83	1.05	0.86	0.92

Conclusioni - La comparazione tra i valori di qualità ecologica del coralligeno ottenuti con due differenti metodi ha dato in generale risultati simili. Unica eccezione è rappresentata da Capo Carbonara, che ha mostrato valori più bassi con RVA rispetto a quanto evidenziato da ESCA; questo risultato è conseguenza della mancanza dello stato elevato nei popolamenti coralligeni di uno dei siti di indagine. I dati ottenuti dalla comparazione sono da ritenere interessanti nell'ottica di una applicazione degli indici ad un monitoraggio costiero. È infatti importante ottenere uno strumento idoneo per caratterizzare nel modo più efficace possibile la qualità ecologica dei popolamenti e per valutare la loro risposta agli stress antropici. I risultati dello studio possono rappresentare un primo esempio di sviluppo di indici adatti per il monitoraggio ed una eventuale sintesi delle informazioni acquisite.

Bibliografia

- ANDERSON M.J., ELLINGSEN K.E., McARDLE B.H. (2006) - Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol. Lett.*, **9**: 683-693.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **44**: 123-195.
- CECCHI E., PIAZZI L. (2010) - A new method for the assessment of the ecological status of coralligenous assemblages. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 162-163.
- DETER J., DESCAMP P., BALLESTA L., BOISSERY P., HOLON F. (2012) - A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecol. Indicators*, **20**: 345-352.
- E.C. (2008) - DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council, of 17 June 2008, establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Commission*, G.U.C.E. 25/6/2008, L 164/19.
- GATTI G., MONTEFALCONE M., ROVERE A., PARRAVICINI V., MORRI C., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N. (2012) - Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean). *Adv. Limnol.*, **3**: 51-67.

C. MUNARI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotechnologie (Dip. SVEB), Università di Ferrara,
Via Luigi Borsari, 46 - 44121 Ferrara, Italia.
mnc@unife.it

UNA NUOVA SPECIE DI *CERAPOPSIS*
(AMPHIPODA: COROPHIIDEA: KAMAKIDAE)
DALLO STRETTO DI MESSINA (MAR MEDITERRANEO)

A NEW SPECIES OF CERAPOPSIS
(AMPHIPODA: COROPHIIDEA: KAMAKIDAE)
FROM THE STRAIT OF MESSINA (MEDITERRANEAN SEA)

Abstract - A new species of *Cerapopsis* (Crustacea: Amphipoda: Kamakidae), *C. alexandri* Munari, 2014, was described from the Strait of Messina (central Mediterranean Sea). The specimens were collected in July 2011 and January 2012, in front of the village of Favazzina (Southern Italy), from 40 to 50 m depth. This species differs from the congeneric *C. longipes* by morphological characteristics of mouth parts, telson, and uropod 1 and 2 marginal spinulation. Further differences are detailed by Munari (2014). The two Mediterranean species of *Cerapopsis* also exhibit different habitat preferences.

Key-words: *Cerapopsis*, *Cerapopsis alexandri*, *Amphipoda*, Strait of Messina, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il Mar Mediterraneo rappresenta un *hot spot* di biodiversità, le cui stime di diversità risultano tuttavia incomplete. Sebbene gli anfipodi del Mar Mediterraneo rappresentino uno dei gruppi faunistici meglio documentati nel mondo (Bellan-Santini e Ruffo, 2004; Costa *et al.*, 2009), durante recenti indagini sui macroinvertebrati bentonici dello Stretto di Messina è stata descritta una nuova specie (*Cerapopsis alexandri* Munari, 2014). Questa è stata assegnata al genere *Cerapopsis* Della Valle, 1893, seguendo la descrizione del genere di Barnard e Karaman (1991), in accordo con Menioui e Myers (2001) e Myers e Lowry (2003). Attualmente nella check list della fauna italiana la famiglia Kamakidae risulta assente ed il genere *Cerapopsis* viene ancora attribuito alla famiglia Isaeidae. Lo scopo del presente lavoro è di contribuire alla diffusione delle attuali conoscenze sulla biodiversità del Mediterraneo, presentando una nuova specie di anfipode recentemente scoperta e finora riscontrata esclusivamente nel tredicesimo distretto biogeografico (Stretto di Messina) del Mar Mediterraneo (Munari, 2014).

Materiali e metodi - Nel luglio 2011 e gennaio 2012, sono stati raccolti campioni di macrofauna di fronte alla località di Favazzina (Regione Calabria, Stretto di Messina), tra 40 m e 50 m di profondità, con una benna Van Veen (area di prelievo: 0,1 m²). I campioni sono stati setacciati su maglia di 1 mm e conservati in formalina all'8%. Gli esemplari relativi al genere *Cerapopsis* (77 maschi e 10 femmine) sono stati esaminati secondo la procedura indicata nella descrizione originale della specie (Munari, 2014); di questi, olotipo e paratipi sono stati depositati nella collezione del Museo di Storia Naturale di Ferrara (Italia). Ulteriori esemplari sono stati osservati nella medesima zona biogeografica tra 40 m e 60 m di profondità in gennaio e agosto 2013.

Risultati - *C. alexandri* presenta delle marcate differenze morfologiche ed ecologiche dal congenerico *C. longipes*, endemico del Mediterraneo. *C. alexandri* è stato rinvenuto esclusivamente su substrato nudo caratterizzato da sabbia grossolana, tra i 40 m e i 60 m di profondità; *C. longipes* invece è riportato nell'infralitorale su sabbia e substrati vegetati (Bellan-Santini *et al.*, 1989). Le due specie sono facilmente distinguibili morfologicamente: in *C. alexandri* i lobi interni del labium sono

completamente separati, mentre in *C. longipes* hanno il margine frontale non interrotto; il peduncolo dell'uropode 1 presenta 3-5 robuste setole marginali in *C. alexandri* (Fig. 1A), mentre ha una sola setola in *C. longipes*; i rami dell'uropode 1 presentano in *C. alexandri* fino a 6 setole, mentre in *C. longipes* sono del tutto privi di setole; i rami dell'uropode 2 in *C. alexandri* portano fino a cinque setole (Fig. 1B), mentre in *C. longipes* sono privi di setole; il ramo interno dell'uropode 3 in *C. alexandri* è lungo $\frac{1}{4}$ di quello esterno, mentre in *C. longipes* è estremamente ridotto o mancante; il telson in *C. alexandri* porta un processo triangolare e delle creste dorsolaterali (Fig. 1B), mentre in *C. longipes* il telson è arrotondato o con una punta terminale e le creste dorsali sono assenti. Ulteriori differenze tra le due specie di *Cerapopsis* presenti nel Mediterraneo sono state descritte in dettaglio da Munari (2014). *C. alexandri* finora è stato osservato solo nell'area a mare del villaggio di Favazzina (Stretto di Messina).

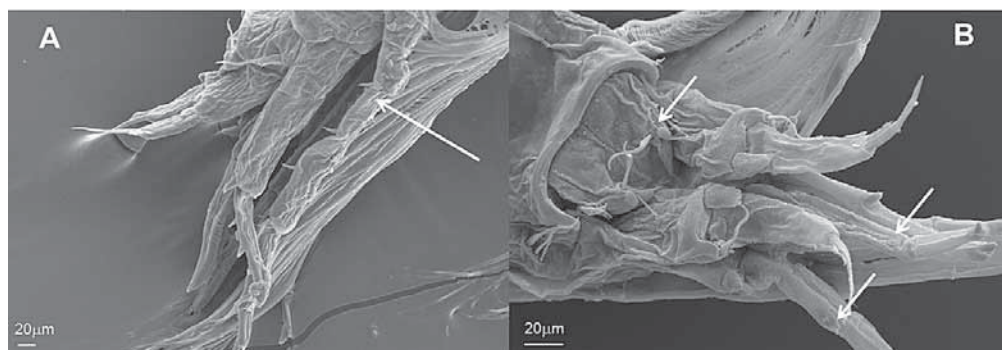


Fig. 1 - Dettagli di *C. alexandri*. (A) peduncolo dell'uropode 1 con setole; (B) creste del telson e rami dell'uropode 2 con setole. Setole e creste sono indicate dalle frecce.

C. alexandri details. (A) uropod 1 peduncle with setae; (B) telson with crests and uropod 2 rami with setae. Setae and crests are indicated by arrows.

Conclusioni - Il genere *Cerapopsis* include attualmente tre specie, di cui *C. longipes* Della Valle 1893 e *C. alexandri* Munari, 2014 sono presenti nel Mediterraneo. Queste due specie occupano substrati e batimetrie differenti. *C. alexandri* rappresenta la prima osservazione di una specie del genere *Cerapopsis* su sabbia grossolana della biocenosi del detritico costiero (DC) e potrebbe essere un endemismo dello Stretto di Messina.

Bibliografia

- BARNARD J.L., KARAMAN G.S. (1991) - The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). *Rec. Aust. Mus.*, **13** (Suppl.): 1-86.
- BELLAN-SANTINI D., DIVIACCO G., KRAPP-SCHICKEL G., MYERS A., RUFFO S. (1989) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part 2: Gammaridae (Haustoriidae to Lysianassidae). *Mem. Inst. Océanogr. Monaco*, **13**: 365-576.
- BELLAN-SANTINI D., RUFFO S. (2004) - Biogeography of benthic marine Amphipods in Mediterranean Sea. *Biogeographia*, **24**: 263-281.
- COSTA F., KRAPP-SCHICKEL T., RUFFO S. (2009) - *Atlas of Mediterranean amphipods*. Mursia, Milano: 221 pp.
- MENIOUI M., MYERS A.A. (2001) - A new species of *Cerapopsis* Della Valle (Amphipoda: Isaeidae) from the Atlantic coast of Morocco. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **81**: 43-47.
- MUNARI C. (2014) - A new species of *Cerapopsis* (Amphipoda: Corophiidea: Kamakidae) from the Strait of Messina, central Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, **81**: 78-91.
- MYERS A.A., LOWRY J.K. (2003) - A phylogeny and a new classification of the Corophiidea Leach, 1814 (Amphipoda). *J. Crustacean Biol.*, **23**: 443-485.

F. OSELLADORE, M. CORNELLO, R. BOSCOLO BRUSÁ

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale,
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.
federica.oselladore@isprambiente.it

STUDIO PRELIMINARE DEI POPOLAMENTI MACROZOOBENTONICI IN BARENE DI NUOVA REALIZZAZIONE IN LAGUNA DI VENEZIA

PRELIMINARY STUDY OF MACROZOOBENTHOS ASSEMBLAGES IN NEW-BUILT SALT MARSHES IN THE VENICE LAGOON

Abstract - The zoobenthic community settled in new-built soft bottom artificial salt marshes in the Venice lagoon was studied. The first survey was conducted across 8 sites in Autumn 2007, before the construction of the artificial salt marshes. Four surveys followed over the same sites in Autumn 2011, Spring 2012, Autumn 2012 and Spring 2013, after the completion of the salt marshes. Results show that all the samples are characterized by the same pool of species. Differences between samples are mainly due to abundance variations inside that pool of species. The community sampled in the 2007 showed greater diversity than the community sampled after the building of the salt marshes. This difference could be due to the tidal excursion affecting the benthic community after the change of the coast.

Key-words: zoobenthos, soft bottom, Venice lagoon.

Introduzione - La laguna di Venezia è soggetta ad una progressiva riduzione delle superfici intertidali e da un approfondimento dei fondali (Carniello *et al.*, 2009). Un'area prossima alla città di Venezia, particolarmente soggetta a tali fenomeni, è interessata da un progetto (ad opera del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque di Venezia - tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova) di ripristino morfologico, che prevede la realizzazione di strutture intertidali atte alla protezione dei fondali dall'erosione ed al contenimento del moto ondoso. Il monitoraggio del progetto prevede, tra le altre attività, lo studio dei popolamenti macrozoobentonici, per valutare il processo di popolamento delle strutture artificiali. Vari autori individuano infatti il macrozoobenthos come utile indicatore dello stato ecologico (Borja *et al.*, 2000).

Materiali e metodi - Campioni di sedimento sono stati prelevati, nelle stagioni autunnali 2011 e 2012, e primaverili 2012 e 2013 (*post operam*), in 8 stazioni (CM1,...,CM8) collocate sulle nuove barene artificiali, tramite box corer (20×25 cm²). Un campionamento è stato effettuato in autunno 2007 sul bassofondo nelle medesime stazioni e con il medesimo strumento prima del refluitamento dei sedimenti (*ante operam*). I campioni sono stati sottoposti a *sorting* e gli organismi rinvenuti sono stati determinati tassonomicamente, conteggiati e pesati sia a fresco che a secco. I dati raccolti sono stati utilizzati per il calcolo degli indici ecologici (Margalef, Shannon e Pielou) e sottoposti ad analisi multivariata (cluster analysis, MDS, Anosim, Simper) utilizzando il pacchetto Primer 6.

Risultati - Nel corso delle quattro campagne *post operam* sono stati censiti rispettivamente 56, 61, 48 e 48 *taxa*, con una media di circa 4000 individui identificati per campagna; nella campagna *ante operam* sono stati riconosciuti 101 *taxa* e conteggiati circa 5000 individui. Nel *post operam*, in termini di ricchezza specifica i Crostacei sono il *taxon* che presenta il maggior numero di specie, seguono i Policheti e i Bivalvi. Le specie numericamente dominanti sono: il Bivalve *Abra segmentum* (Récluz, 1843), il Gasteropode *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778), il Crostaceo

Cyathura carinata (Krøyer, 1847), i Policheti *Neanthes caudata* (Delle Chiaje, 1827) e *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840). In termini numerici sono i Molluschi a rappresentare, in tre delle quattro campagne, il *taxon* più abbondante (più del 50% delle abbondanze). Considerando tutti i periodi, gli indici ecologici si presentano variabili e non evidenziano condizioni particolari di semplificazione della struttura dei popolamenti. L'analisi multivariata applicata ai dati di abbondanza indica la presenza di raggruppamenti sia in termini temporali sia in termini spaziali. L'analisi gerarchica dei cluster con metodo di legame UPGMA, applicata alla matrice di similarità ottenuta con l'indice di Bray-Curtis dopo trasformazione $\log(x+1)$ dei dati bruti, evidenzia ad un livello di similarità del 30% e la formazione di tre gruppi principali: tutti i campioni *ante operam* del 2007 con la più alta diversità generale, i campioni delle stazioni CM3, CM7, CM5, e i campioni delle stazioni CM1, CM2, CM4. Le stazioni CM3 e CM7 non sono interessate direttamente dallo sversamento del sedimento, ma sono collocate in prossimità delle strutture artificiali e, insieme alla stazione CM5, sono i siti con valori di ricchezza e diversità specifica intermedi. Il gruppo delle stazioni CM1, CM2 e CM4 invece presenta campioni con diversità generale più bassa. I valori relativi alla stazione CM8 tendono a isolarsi separatamente non rientrando in nessun gruppo, avendo i valori minori di abbondanza, numero di specie e degli indici ecologici. L'analisi SIMPER individua come specie caratterizzanti comuni ai tre gruppi principali individuati con la cluster analysis: i Gasteropodi *Cyclope neritea* (Linnaeus, 1758), *B. reticulatum*, *Nassarius nitidus* (Jeffreys, 1867), i Bivalvi *A. segmentum*, *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) e l'Isopode *C. carinata*. Le differenze specifiche tra i gruppi sono invece determinate dalla maggior presenza di Bivalvi Veneridi e del Polichete *N. caudata* nel gruppo *ante operam*, e da una maggiore abbondanza dei Crostacei Anfipodi *Gammarus insensibilis* Stock, 1966, *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) e dell'Isopode *C. carinata* nei gruppi *post operam*. Le differenze tra i due gruppi *post operam* sono minori rispetto all'*ante operam* e sono dovute a variazioni delle abbondanze delle stesse specie in comune presenti in tutti i gruppi. L'analisi della similarità (ANOSIM) denota una bassa differenziazione generale tra i campioni sia considerando il periodo, sia il sito di campionamento (rispettivamente $R=0,195$ con $p<0,05$ e $R=0,524$ con $p<0,01$).

Conclusioni - Dopo due anni di monitoraggio, nonostante il *pool* di specie caratteristiche della comunità rimanga lo stesso nei campioni *post operam* e *ante operam*, in questi ultimi si è registrata una diversità generale maggiore. Le differenze nella similarità sono determinate da variazioni delle abbondanze numeriche di tali specie comuni. Ciò può essere dovuto alla nuova conformazione morfologica che sottopone i popolamenti insediati a periodi di emersione maggiori e/o dal fatto che per il raggiungimento di una comunità ben strutturata in substrati artificiali sono necessari diversi anni (Craft e Sacco, 2003).

Bibliografia

- 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. Poll. Bull.*, **40**: 1100-1114.
- CARNIELLO L., DEFINA A., D'ALPAOS L. (2009) - Morphological evolution of the Venice lagoon: evidence from the past and trend for the future. *J. Geophys. Res.*, **114**, doi: 10.1029/2008JF001157.
- CRAFT C., SACCO J. (2003) - Long-term succession of benthic infauna communities on constructed *Spartina alterniflora* marshes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **257**: 45-58.

C. PIRAS, M. MION, T. FORTIBUONI, G. FRANCESCHINI, E. PUNZO*, P. STRAFELLA*,
A. SANTELLI*, G. SCARCELLA*, S. RAICEVICH

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.
camy.piras@tiscali.it

*ISMAR-CNR, L.go Fiera della Pesca, 2 - 60125 Ancona, Italia.

METODO FOTOGRAFICO PER LA VALUTAZIONE DELLE COMUNITÀ BENTONICHE DI FONDI STRASCICABILI

A PHOTOGRAPHIC METHOD TO EVALUATE BENTHIC COMMUNITIES OF FISHING GROUNDS

Abstract - *A photographic method to identify benthic assemblages is presented and compared to conventional laboratory analyses. The method is based on photograph identification of benthic fauna discarded by demersal trawlers in the Veneto Region (Northern Adriatic Sea).*

Key-words: *benthic communities, photography, demersal fisheries, fishing grounds, Adriatic Sea.*

Introduzione - La conoscenza della distribuzione dei popolamenti bentonici rappresenta un elemento importante per comprendere la distribuzione delle specie ittiche demersali e delle attività di pesca, ed è fondamentale per una gestione spazialmente esplicita delle risorse biologiche (Pikitch *et al.*, 2004). Tuttavia, la raccolta di dati sulla fauna bentonica è dispendiosa dal punto di vista logistico ed economico, limitando la possibilità di studio delle comunità bentoniche su ampia scala spaziale (ICES, 2011). L'utilizzo di metodi di campionamento basati su immagini, quali fotografie digitali, può quindi rappresentare uno strumento per ottenere con maggior rapidità informazioni sulle comunità bentoniche rispetto all'analisi di campioni biologici in laboratorio. Attualmente questo strumento trova impiego, ad esempio, nello studio di comunità epibentoniche di substrato duro (Jorgensen e Gulliksen, 2001) e dell'impatto della pesca sulle comunità bentoniche (Collie *et al.*, 2000). L'obiettivo di questo lavoro è sviluppare e testare un metodo fotografico per la caratterizzazione delle comunità bentoniche marine attraverso l'acquisizione di immagini dello scarto della pesca a strascico demersale.

Materiali e metodi - Lo studio è stato condotto nelle acque della Regione Veneto nell'ambito del progetto FP7 GAP2, mediante campionamento in 73 stazioni monitorando lo scarto catturato da pesca con il rapido (30 stazioni, dati SoleMON 2012-2013 e GAP2 2012) e strascico a divergenti (43 stazioni, dati GAP2). Ad ogni stazione sono state acquisite tre immagini digitali della fauna bentonica scartata, utilizzando un telaio rigido di riferimento (0,5×0,5 m). Contestualmente sono stati raccolti campioni biologici di megaepifauna scartata per le analisi di laboratorio. Le immagini sono state processate attraverso un software elaborato specificatamente, registrando l'abbondanza di ciascuna specie identificata in un apposito database. I campioni biologici sono stati processati in laboratorio valutando abbondanza e biomassa di ciascuna specie identificata. L'analisi dei dati ha previsto tecniche univariate per valutare la correlazione tra le abbondanze stimate con i due metodi (regressione lineare, coefficiente R^2) e multivariate per valutare la correlazione dei pattern multivariati (RELATE), individuare i diversi popolamenti (analisi dei cluster) e delineare le loro caratteristiche ecologiche (SIMPER, *Similarity Percentages*).

Risultati - In totale sono state identificate 72 specie appartenenti a 8 Phyla nei campioni fotografici e 108 specie appartenenti a 8 Phyla nei campioni di laboratorio.

Si è osservata una buona correlazione lineare tra le abbondanze delle specie bentoniche stimate con i due metodi per ciascun attrezzo (rapido: $R^2=0,75$ $p<0,01$; strascico a divergenti: $R^2=0,86$ $p<0,01$). In particolare, si è osservato che il metodo fotografico tende a sottostimare le specie che presentano abbondanza media e biomassa individuale media ridotte, in quanto difficili da osservare nelle foto. Una forte e significativa correlazione è stata osservata anche tra i pattern multivariati ottenuti con i due metodi d'indagine ($Rho=0,87$; $p<0,01$). La rappresentazione

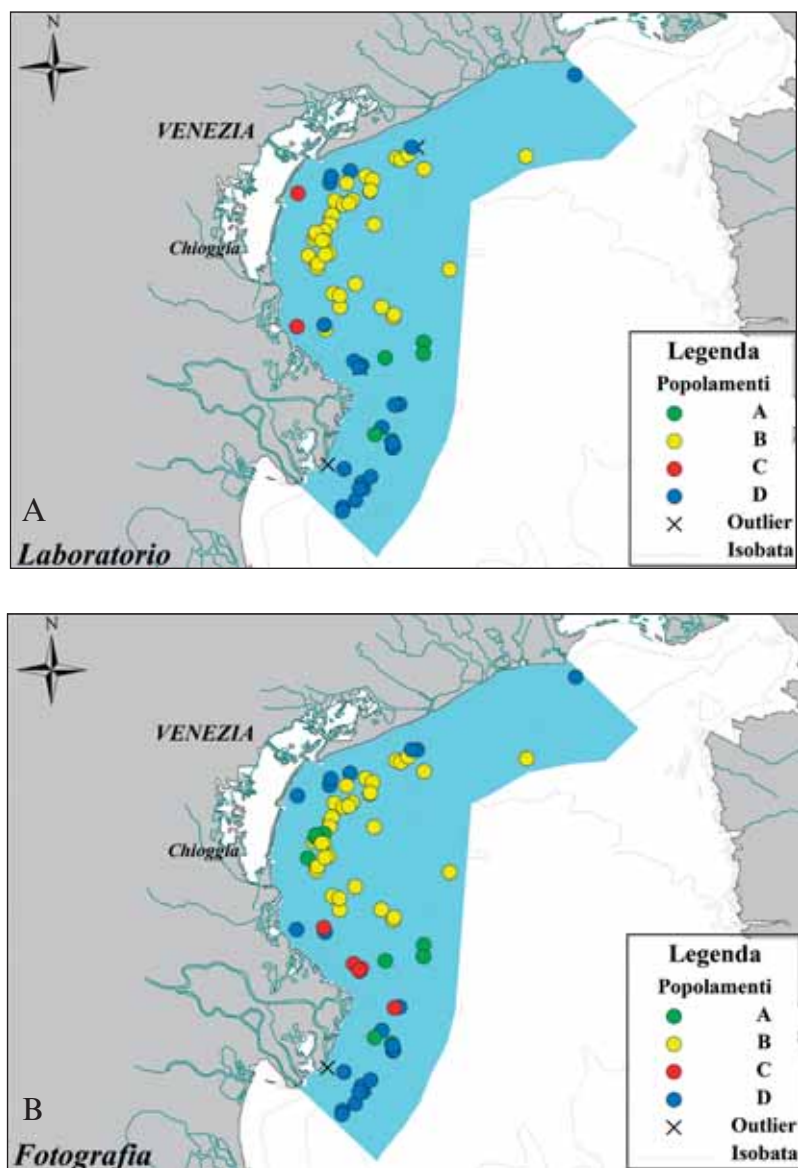


Fig. 1 - Distribuzione spaziale dei popolamenti bentonici individuati attraverso l'analisi dei campioni in laboratorio (A) e con metodo fotografico (B).

Spatial distribution of benthic assemblages evaluated through the laboratory analysis (A) and the photographic method (B).

spaziale dei raggruppamenti individuati con l'analisi dei cluster (Fig. 1) evidenzia una sostanziale corrispondenza tra i due metodi nella capacità di discriminare i diversi popolamenti. L'analisi SIMPER ha evidenziato come le caratteristiche ecologiche osservate per i diversi raggruppamenti siano sostanzialmente simili tra i due metodi.

Conclusioni - Il confronto tra i due metodi ha evidenziato, sia a livello univariato che multivariato, l'esistenza di una buona e significativa correlazione tra i due. Il confronto della distribuzione spaziale dei popolamenti bentonici, ottenuta con i due metodi, indica inoltre che il metodo fotografico può essere utilizzato quale strumento efficace ed efficiente per individuare i popolamenti bentonici in sostituzione del metodo che prevede le analisi di laboratorio. Il metodo fotografico potrebbe inoltre permettere di aumentare la raccolta dei dati attraverso il coinvolgimento dei pescatori nella raccolta delle fotografie durante le loro attività di pesca.

Bibliografia

- COLLIE J.S., ESCANERO G.A., VALENTINE P.C. (2000) - Photographic evaluation of the impacts of bottom fishing on benthic epifauna. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 987-1001.
- ICES (2011) - Studies on the wider biodiversity of marine habitats. In: *Report of the Working Group on Biodiversity Science (WGBIODIV)*. 21-25 February 2011, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2011/SSGEF:02: 6-21.
- JORGENSEN L.L., GULLIKSEN B. (2001) - Rocky bottom fauna in arctic Kongsfjord (Svalbard) studied by means of suction sampling and photography. *Polar Biol.*, **24**: 113-121.
- PIKITCH E.K., SANTORA C., BABCOCK E.A., BAKUN A., BONFIL R., CONOVER D.O., DAYTON P., DOUKAKIS P., FLUHARTY D., HENEMAN B., HOUNDE E.D., LINK J., LIVINGSTON P.A., MANGEL M., MCALLISTER M.K., POPE J., SAINSBURY K.J. (2004) - Ecosystem-based fishery management. *Science*, **305**: 346-347.

V. SALVALAGGIO, B. BRUNETTI, I. CVITKOVIĆ*, M. DESPALATOVIĆ*, G. FABI, F. GRATI,
P. POLIDORI, E. PUNZO, A. SANTELLI, G. SCARCELLA, P. STRAFELLA

Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR),
Largo Fiera della Pesca, 1 - 60125 Ancona, Italia.
vera.salvalaggio@gmail.com

*Institut za Oceanografiju i Ribarstvo (IOF), Šetalište I. Meštrovića, 63 - 21000 Split, Croatia.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE E PERSISTENZA DEL BRIOZOO *AMATHIA SEMICONVOLUTA* IN MAR ADRIATICO CENTRALE E SETTENTRIONALE

SPATIAL DISTRIBUTION AND PERSISTENCE OF THE BRYOZOAN AMATHIA SEMICONVOLUTA IN THE NORTHERN AND CENTRAL ADRIATIC SEA

Abstract - Occurrence and persistence of the bryozoan *Amathia semiconvoluta* in the northern and central Adriatic Sea (GSA 17) were assessed yearly from 2007 to 2012. The results show a distribution and persistence of this species confined in a triangular-shaped region. The colonies of this bryozoan obstruct the bottom trawl nets strongly compromising the performance of some trawling activities. As a matter of fact, the Italian commercial rapido trawl fleets avoid this area. For this reason, the evolution of the spatial distribution of *A. semiconvoluta* needs to be investigated on time.

Key-words: *Amathia semiconvoluta*, bryozoan, spatial distribution, persistence, Adriatic Sea.

Introduzione - *Amathia semiconvoluta* Lamouroux, 1824 è un organismo coloniale appartenente al Phylum dei Briozoi. Le colonie sono composte da stoloni striscianti, eretti e ramificati, lungo i quali sono presenti da due a sei gruppi di zooidi, ognuno formato da 15-18 paia di zooidi disposti in due file parallele. Questi gruppi sono disposti a spirale attorno allo stolone (Souto *et al.*, 2010). Nonostante alcuni lavori abbiano evidenziato la presenza di *A. semiconvoluta* in diverse aree del Mar Mediterraneo (es. Cebrián e Ballesteros, 2004; d'Hondt e Ben Ismail, 2008), non esistono in letteratura dati relativi alla distribuzione spaziale di questo briozoo. Lo scopo del presente lavoro è dunque quello di analizzare la presenza e la persistenza di *A. semiconvoluta* in Mar Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17).

Materiali e metodi - Il presente studio è stato condotto nell'ambito del progetto SOLEMON, volto a valutare lo stato dello stock della sogliola *Solea solea* (Linneo, 1758) nella GSA 17. Sono stati presi in considerazione 6 survey annuali di pesca effettuati dal 2007 al 2012. I survey sono stati condotti con rapidi (larghezza: 3,5 m; maglia stirata del sacco: 40 mm), attrezzi al traino utilizzati in Mar Adriatico dai pescatori professionali delle flotte italiane per la cattura di specie bentoniche. Ad ogni survey sono state campionate 67 stazioni poste a profondità comprese tra 10 e 100 m, dalla costa italiana fino alle 12 miglia nautiche (mn) dalla costa croata. Al termine di ogni operazione di pesca (circa 30 min), gli organismi del megazoobenthos sono stati identificati al più basso livello tassonomico possibile, contati e pesati. I valori di biomassa (kg/km²) di *A. semiconvoluta* sono stati utilizzati per individuarne la distribuzione spaziale attraverso il modello *zero-inflated ZIGAM* (Liu e Chan, 2011). Successivamente sono state identificate le aree di *hotspot* nei 6 anni di survey e, sovrapponendo tali aree, è stata ottenuta la persistenza spaziale della specie. Mediante l'uso di ArcView 3.2 e Manifold sono state create delle mappe per la restituzione spaziale dei risultati. I risultati sono stati confrontati con la distribuzione spaziale dello sforzo di pesca a rapidi delle flotte italiane (Scarcella *et al.*, 2014).

Risultati - L'area di distribuzione di *A. semiconvoluta* è apparsa costante nei 6 anni di survey, con un *hotspot* di forma triangolare, un lato del quale coincide con

il limite delle acque territoriali croate e il vertice opposto è situato circa 40 km al largo di Rimini. Questa distribuzione è confermata nella mappa della persistenza spaziale ottenuta per questa specie (Fig. 1). Comparando questi risultati con le zone di concentrazione della pesca a rapido nella GSA 17 riportate in Scarcella *et al.*, 2014, si evince come le due mappe appaiano complementari.

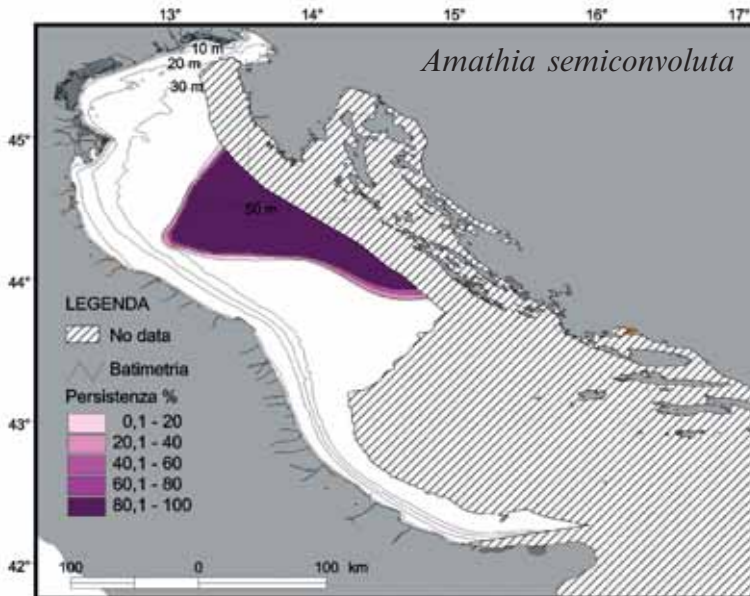


Fig. 1 - Area di persistenza di *Amathia semiconvoluta*.

Persistence of Amathia semiconvoluta.

Conclusioni - Lo studio ha evidenziato la presenza costante e massiva di *A. semiconvoluta* in un'ampia zona della GSA 17. In base ai dati raccolti, è presumibile che la distribuzione di tale specie si estenda anche all'interno delle acque nazionali croate. Poiché tale organismo tende a ostruire le maglie delle reti al traino, l'area di persistenza di questo briozoo risulta inadeguata soprattutto alla pesca con rapidi e pertanto viene evitata dalle flotte italiane che praticano tale attività. Risulta quindi importante, dal punto di vista gestionale, continuare a monitorare la distribuzione spaziale di *A. semiconvoluta*, estendendo il campionamento anche all'interno delle acque croate.

Bibliografia

- CEBRIÁN E., BALLESTEROS E. (2004) - Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura Alboran Sea). *Sci. Mar.*, **68** (1): 69-84.
- D'HONDT J.-L., BEN ISMAIL D. (2008) - Bryozoaires des côtes algériennes. Compléments aux Bryozoaires de Tunisie. *B. Soc. Zool. Fr.*, **133** (1): 55-71.
- LIU H., CHAN K. (2011) - Generalized Additive Models for Zero. Inflated Data with Partial Constraints. *Scand. J. Stat.*, **38**: 650-665.
- SCARCELLA G., GRATI F., RAICEVICH S., RUSSO T., GRAMOLINI R., SCOTT R.D., POLIDORI P., DOMENICHETTI F., BOLOGNINI GIOVANARDI O., CELIĆ I., SABATINI L., VRGOČ N., ISAJLOVIC I., MARČETA B., FABI G. (2014) - Common sole in the northern and central Adriatic Sea: spatial management scenarios to rebuild the stock. *J. Sea Res.*, **89**: 12-22.
- SOUTO J., FERNANDEZ-PULPEIRO E., REVERTER-GIL O. (2010) - The genus *Amathia* Lamouroux (Bryozoa: Ctenostomata) in Iberian waters. *Cah. Biol. Mar.*, **51** (2): 179-195.

M. ANELLI MONTI, A. CACCIN, A. PUPPIN

CEMAS, Center for Estuarine and coastal Marine Sciences, Dip. Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Castello, 2737/B - 30120 Venezia, Italia.
marco.anellimonti@gmail.com

STIMA DELLE CATTURE DELLA PESCA RICREATIVA LUNGO LA COSTA VENETA

ESTIMATION OF THE RECREATIVE FISHERY CATCHES ALONG THE VENETIAN COAST

Abstract - *In spite of its important social role, the recreational fishery carried out on the western coast of the Northern Adriatic Sea is not yet fully described. For this reason, we started an investigation on this activity to analyze possible changes related to the ecological modifications of the area. The study aims to describe nekton assemblage composition, by using also recreational fishery data, and to assess its exploitation level.*

Key-words: *recreational fishery, catches, Northern Adriatic Sea.*

Introduzione - A livello sia globale che nazionale, la pesca ricreativa gioca un ruolo importante in termini di rimozione di biomassa dagli stock ittici, anche se del tutto trascurabile se confrontato con quella della pesca professionale (Cingolani *et al.*, 2005; GFCM-SAC, 2010). Tutto ciò ha profonde implicazioni in termini gestionali e rappresenta quindi un argomento di estremo interesse. Dal momento che, in Italia, ai pescatori ricreativi non è richiesta la registrazione delle catture (con l'eccezione del tonno rosso), quantificare le catture è un'operazione piuttosto complessa (GFCM-SAC, 2010). In questo lavoro si riportano alcune stime preliminari delle catture delle principali specie bersaglio della pesca ricreativa lungo la costa veneziana.

Materiali e metodi - L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di questionari, somministrati ai pescatori ricreativi attraverso differenti canali: posta elettronica, interviste in banchina, contatto attraverso le associazioni locali. Il questionario ha riguardato una serie di domande, sia a risposta aperta che chiusa, inerenti tecniche di pesca preferite, specie target preferenziali e quantità catturate, frequenza annua di pesca, aree preferenziali. I dati medi di cattura per specie per uscita, sono stati quindi utilizzati per stimare, mediante la tecnica del *bootstrap*, la cattura totale per i pescatori veneti (utilizzando dati FIPSAS e MIPAAF) e l'intervallo di confidenza (Romanelli e Fiori, 2013).

Risultati - In totale sono stati analizzati 40 questionari su circa 200. Le tecniche di pesca preferite sono risultate essere il bolentino e il *drifting*. Le 6 specie più pescate sono risultate essere, nell'ordine, branzini, orate, calamari, seppie, sgombrini e mormore con un quantitativo medio di sbarcato per uscita di 3,3 ($\pm 1,1$) kg. In media, i pescatori escono in barca 32 giorni all'anno e si concentrano su 3-4 specie preferenziali. Annualmente, il prelievo varia da 13,0 ($\pm 3,4$) kg per le mormore a circa 50 (± 28) kg per i branzini, con una media di cattura totale annua per pescatore di 95,0 ($\pm 16,4$) kg. La stima del numero di pescatori attivi in acque marine in Veneto è compresa tra i 1.600 tesserati FIPSAS e i 2.600 censiti dal MIPAAF. Combinando questi numeri con i dati di cattura media, si è stimato un prelievo medio annuo dovuto alla pesca ricreativa compreso tra 55 (± 23) e 95 (± 37) tonnellate a seconda dello scenario scelto (popolazione di pescatori in accordo con dati FIPSAS o MIPAAF, rispettivamente).

Conclusioni - Il tasso di risposta al questionario è risultato del tutto soddisfacente, attestandosi su valori del 20% (Groves, 2006). Sulla base dei risultati ottenuti, è stato possibile effettuare un confronto con i quantitativi di sbarcato, relativi alle stesse specie, transitati nel 2013 al mercato ittico all'ingrosso di Chioggia, stimati in 158 t. Appare dunque evidente come la pesca ricreativa, nell'area indagata, risulti un fenomeno di assoluta rilevanza. I quantitativi prelevati, infatti, rappresentano il 35-60% dello sbarcato della pesca professionale. D'altro canto, i dati raccolti evidenziano come la pesca ricreativa, e il suo indotto, siano anche un'importante attività sotto il profilo socio-economico (Silvestri, 2013). Tutto ciò sembra quindi condurre all'idea che la pesca sportiva sia un fenomeno da prendere in seria considerazione nell'implementazione di una reale gestione integrata della fascia costiera alto adriatica.

Bibliografia

- CINGOLANI N., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F. (2005) - Interazioni e conflittualità tra pesca sportiva e professionale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **12**: 496-499.
- GFCM-SAC (2010) - *Report of the transversal workshop on the monitoring of recreational fisheries in the GFCM area*. General Fisheries Commission for the Mediterranean, Rome, Italy: 31 pp.
- GROVES R.M. (2006) - Nonresponse rates and nonresponse bias in household surveys. *Public Opin. Quart.*, **70**: 646-675.
- ROMANELLI M., FIORI F. (2013) - Censimento della pesca marittima ricreativa ai sensi del D.M. 06.12.2010 MIPAAF: analisi dei dati. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 202-203.
- SILVESTRI R. (2013) - Stato dell'arte della pesca ricreativa in Italia. *Notiziario SIBM*, **63**: 23-29.

L. BUNDONE, S. FAI¹, P. D'AMBROSIO¹, R. ONORATO², F. MINONNE³, E. MOLINAROLI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università Ca' Foscari di Venezia,
Dorsoduro, 2137, Calle Larga Santa Marta - 30123 Venezia, Italia.
luigibundone@tiscali.it

¹A.M.P. Porto Cesareo, Porto Cesareo (LE), Italia.

²C.S.S. APOGON, Nardò (LE), Italia.

³P.N.R. Costa di Otranto-S.M. di Leuca e Bosco di Tricase, Lecce, Italia.

**DISPONIBILITÀ DI HABITAT COSTIERO
PER LA FOCA MONACA MEDITERRANEA,
MONACHUS MONACHUS (HERMANN, 1779), NEL SALENTO:
RISULTATI PRELIMINARI**

***COASTAL HABITAT AVAILABILITY
FOR THE MEDITERRANEAN MONK SEAL,
MONACHUS MONACHUS (HERMANN, 1779), IN SALENTO:
PRELIMINARY RESULTS***

Abstract - *Sporadic sightings of Mediterranean monk seal, *Monachus monachus* (Hermann, 1779), specimens have been recorded in the last decade along the Salento's coasts and surrounding territories. This study focused on the coast of Lecce (Apulia) characterized by a rocky coast and sea caves, which represent a potential habitat for this species. Preliminary results on the coastal habitat availability for the monk seal were recorded during the monitoring activities of the caves and the condition for a natural re-colonization evaluated positively if appropriate protection measures will be applied.*

Key-words: coastal zone, habitat, marine mammals.

Introduzione - La foca monaca mediterranea, *Monachus monachus* (Hermann, 1779), è una specie a serio rischio di estinzione; per la sua generale conservazione nel bacino Mediterraneo è importante estendere le attività di monitoraggio e ricerca ad Aree a Bassa Densità (UNEP-MAP/RAC-SPA, 2003). Queste aree sono caratterizzate dalla presenza potenziale di popolazioni di foche, da avvistamenti e da disponibilità di habitat costiero. La capacità degli esemplari di percorrere dai 12 ai 40 km/d per distanze fino a 300 km (Adamantopoulou *et al.*, 2011), la vicinanza con le isole ioniche greche (tra 100 e 300 km ~ di distanza dalla penisola salentina) dove è presente una popolazione riproduttiva della specie (Panou *Comm. Pers.*), gli avvistamenti verificati tra il 2000 ed il 2003 in Puglia, Basilicata e Calabria (Mo *et al.*, 2007) unite agli avvistamenti di esemplari per il litorale tra Santa Maria di Leuca e Tricase (Provincia di Lecce) riportati tra gli anni 2009 e 2010 (dati inediti) ed in Albania nel 2012 (Terlizzi *Comm. Pers.*) evidenziano l'importanza di rilevare l'habitat costiero potenzialmente disponibile per la foca monaca nell'area salentina.

Materiali e metodi - L'habitat costiero principalmente utilizzato dalle foche monache è costituito da grotte e cavità marine con ingresso semisommerso o sifonato, con caratteristiche variabili ma che presentano al loro interno alcune parti emerse (spiagge e/o piattaforme rocciose). Il litorale dell'area indagata (provincia di Lecce) si estende per 215 km dal Mar Ionio (Punta Prosciutto) fino al Mar Adriatico (Lecce). Di questi, 68,5 km sono caratterizzati da coste erosive, nelle quali sono concentrate grotte e cavità. Un'analisi di precedenti studi (Denitto e Belmonte, 2008; Catasto delle Grotte e Cavità Artificiali <http://www.fspuglia.it/catastogrotte.htm>) ha permesso di suddividere il litorale della costa leccese considerato in settori (A1-A12), corrispondenti al principale comune di pertinenza, ordinati seguendo la linea di costa da ovest ad est. Nell'ambito di questo studio sono state rilevate le grotte e

le cavità con ingresso semisommerso che presentavano al loro interno le superfici emerse di cui sopra (incluse quelle incontrate lungo il percorso non rilevate in precedenti studi) e le grotte con ingresso sifonato di cui era noto l'uso in passato da parte della specie. Le attività di monitoraggio e rilievo dei siti sono state effettuate percorrendo il litorale considerato mediante l'ausilio di natanti e di un GPS Garmin per la georeferenziazione dei siti indagati. Le grotte sono state ispezionate in apnea (con autorespiratore quelle sifonate) durante numerose immersioni e ne sono state registrate le caratteristiche topografiche. Per ogni grotta sono state compilate delle schede con i rilievi condotti ed integrate con le informazioni aggiuntive raccolte.

Risultati - Nei periodi di dicembre 2013, gennaio e febbraio 2014 sono state condotte le prime prospezioni. I tratti di costa indagati (Parco Naturale Regionale di Portoselvaggio - Palude del Capitano e parte della Costa tra S.M. di Leuca ed Otranto) costituiscono ~25 km dei 68,5 km da esaminare. Per le attività di monitoraggio si è deciso di procedere con ordine seguendo il criterio numerico con cui sono stati identificati i settori principali (A1-A12). Lungo il litorale percorso (settori A1-A6) sono presenti 36 grotte e cavità, 15 delle quali sono state rilevate poiché al loro interno presentavano spiagge e piattaforme in quanto habitat costiero potenzialmente disponibile per la specie; per 6 di queste era noto in passato l'uso da parte di esemplari di foca monaca.

Conclusioni - Lo studio basato sulla valutazione quantitativa di disponibilità di habitat costiero per la foca monaca di una parte del litorale del salentino, ha evidenziato che la costa leccese caratterizzata da scogliera carsica, presenta numerose cavità e grotte con caratteristiche topografiche rispondenti alle esigenze d'uso della specie e quindi potenzialmente disponibili per gli esemplari. I nuovi dati acquisiti sulle grotte saranno inseriti nel sito del catasto per aggiornamento. La presenza comprovata della specie fino agli anni '80 (Di Turo, 1984), le sporadiche segnalazioni e la posizione geografica del Salento evidenziano l'importanza del rilievo e monitoraggio dell'area per le azioni ai fini della generale conservazione della foca monaca nel Mediterraneo. L'implementazione di opportune misure protezionistiche lungo la costa potrebbero consentire una naturale ricolonizzazione da parte della specie.

Bibliografia

- ADAMANTOPOULOU S., ANDROUKAKI E., DENDRINOS P., KOTOMATAS S., PARAVAS V., PSARADELLIS M., TOUNTA E., KARAMANLIDIS A.A. (2011) - Movements of the Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*) in the Eastern Mediterranean Sea. Short Note. *Aquat. Mammals*, **37** (3): 256-261.
- DENITTO F., BELMONTE G. (2008) - Le grotte marine del Salento: censimento 2008. *Thalassia Salentina*, **31**: 105-144.
- DI TURO P. (1984) - Presenza della foca monaca (*Monachus monachus*) nell'area mediterranea con particolare riferimento alla Puglia. *Thalassia Salentina*, **14**: 66-84.
- MO G., AGNESI S., DI NORA T., TUNESI L. (2007) - Mediterranean monk seal sightings in Italy through interviews: validating the information (1998-2006). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **38**: 542.
- UNEP-MAP/RAC-SPA (2003) - *The conservation of the Mediterranean monk seal: Proposal of Priority activities to be carried out in the Mediterranean Sea. Sixth Meeting of National Focal Points for SPAs*. Marseilles, 17-20 June 2003. UNEP(DEC)/MED WG.232/Inf.6: 1-37.

F. DI STEFANO, L. APPOLLONI, L. DONNARUMMA, A. LOGIURATO*, G.F. RUSSO

CoNISMa - URL Università di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie,
Centro Direzionale, Isola C4 - 80143 Napoli, Italia.
floriana.distefano@uniparthenope.it

*Ufficio Tutela della Natura, Dipartimento Ambiente, Territorio, Politiche della Sostenibilità
Regione Basilicata, Via V. Verrastro, 5 - 85100 Potenza, Italia.

USO DEL TERRITORIO MARINO NEI SIC MARINO-COSTIERI DELLA COSTA LUCANA TIRRENICA: METODOLOGIA E APPLICAZIONE

LAND USE IN TYRRHENIAN COASTAL MARINE SIC OF LUCANIA: METHODOLOGY AND APPLICATION

Abstract - Three marine SIC are located along the Tyrrhenian coast of Basilicata Region. The comparison between habitat distribution and use of the sea, through the implementation of a GIS, allowed the tuning of measures to mitigate the threats.

Key-words: Natura 2000, biodiversity, management, spatial planning, Tyrrhenian coast.

Introduzione - La Regione Basilicata ha realizzato, nei 3 Siti di Interesse Comunitario (SIC) ubicati lungo la costa tirrenica, la cui estensione a mare ricadente nell'AMP di prossima istituzione "Costa di Maratea", una indagine dettagliata del territorio marino basata sia sugli aspetti naturalistici legati alle specie ed agli habitat marini prioritari, sia sugli aspetti antropici legati all'uso del territorio marino, al fine di redigere i Piani di Gestione previsti dalla Direttiva Habitat 92/43/CE.

Materiali e metodi - Per indagare sugli aspetti antropici è stato adottato il metodo empirico della somministrazione di questionari e delle interviste agli operatori ed alle autorità competenti. I dati georeferenziati sono stati archiviati in un GIS, utilizzando un geodatabase della piattaforma software ArcGIS for Desktop 10.1; le informazioni sono state organizzate in dataset tematici, georeferenziate nel sistema cartografico WGS84-UTM, e rappresentate cartograficamente elaborando la "carta dell'uso del territorio marino" (Di Stefano e Russo, 2010), che è stata quindi sovrapposta alla preesistente "carta bionomica" (Di Stefano *et al.*, 2012a,b).

Risultati - Una delle attività più sviluppate e redditizie è il turismo balneare, nonostante le spiagge, quasi tutte a granulometria ciottolosa, siano particolarmente estese e limitate all'interno delle molteplici cale, ad eccezione della spiaggia di Castrocuoco. Data l'importanza economica delle spiagge, alla luce delle nuove competenze regionali in tema di Aree Demanali Marittime, la Regione Basilicata si è dotata di un "Piano Lidi". Il porto di Maratea, per un totale di 550 posti barca, è l'unico approdo presente lungo la costa, con una forte vocazione turistica, diretta ad una utenza prevalentemente di reddito medio-alto, orientata alla balneazione ed al turismo di élite. L'area marina costiera indagata, circa 700 ha, presenta molte zone interdette alla navigazione, per la maggior parte dovute alle sue caratteristiche morfologiche come la presenza di scogli affioranti e secche o costoni rocciosi, altre zone invece, sono dovute alla presenza di reperti archeologici (Isola di Santo Janni), o di strutture sommerse (condotte sottomarine di Acquafredda; impianto affondato di acquacoltura). I diportisti si riversano lungo tutta la costa dei SIC, i siti di ancoraggio più frequentati sono i dintorni dell'Isola di Santo Janni, di Capo la Secca, della Secca della Giumenta, nonché le calette di Acquafredda. Inoltre, in località Castrocuoco è presente un campo boe per natanti di piccole dimensioni.

Nelle zone interessate da queste attività diportistiche sono presenti sia la biocenosi del coralligeno (habitat 1170), che copre il 2% dell'area in esame, sia le praterie di *Posidonia oceanica* (habitat 1120) che ne coprono circa il 28%. L'attività di trasporto passeggeri è effettuata da 2 unità navali con una disponibilità di 30 posti e con un itinerario che prevede soste-bagno e visite alle grotte, mentre l'attività di noleggio e locazione delle imbarcazioni viene effettuata con 29 unità navali per un totale di 195 posti. Entrambe le attività sono redditizie grazie alla presenza lungo il litorale di numerose grotte marine sommerse e semi sommerse (habitat 8330), delle quali 17 sono catalogate nel Censimento delle Grotte Marine d'Italia (Cicogna *et al.*, 2003). La notevole presenza di grotte marine influisce in modo marginale sulle attività subacquee, poiché nell'area di studio è presente solo un centro diving con due unità navali dalla capienza complessiva di 30 posti. La flotta peschereccia è costituita da poche unità da Pesca Costiera Locale per un totale di 34.28 TSL. La pesca sportiva è moderatamente praticata ma non è stato possibile risalire alle quantità e alle attrezzature utilizzate. Per la morfologia della costa rocciosa, ricca di anfratti, l'attività di pesca subacquea sportiva è molto praticata (anche con gare agonistiche) sebbene non monitorata.

Conclusioni - L'integrazione dei dati di uso del territorio marino con la cartografia bionomica, ha permesso di individuare criticità e minacce cui sono sottoposti gli habitat e le specie prioritarie, suggerendo altresì azioni e specifici interventi utili per la loro conservazione, riassunti in schede dedicate. Tra i fattori di pressione analizzati, quello che crea il maggior impatto, sugli habitat 1120 e 1170, è l'attività di ancoraggio, dovuta sia alle attività commerciali (diving, visite, ecc.) sia al diportismo; tra le azioni di mitigazione proposte vi sono la realizzazione di campi ormeggio ad elevata compatibilità ambientale e gavitelli dedicati per le singole attività commerciali. In misura minore impatta la pesca con reti da posta e palangari di fondo. La banca dati e la cartografia tematica implementate costituiscono utili strumenti di lavoro per i tavoli tecnici tra le autorità competenti, gli amministratori locali e gli operatori economici interessati alla pianificazione e gestione delle aree costiere e, non da ultimo, forniscono un'ottima base di informazioni per la realizzazione dei PAF – Quadri d'Azione Prioritari, introdotti nell'articolo 8 della Direttiva Habitat e sui quali si concentreranno i futuri finanziamenti comunitari.

Bibliografia

- CICOGNA F., BIANCHI C.N., FERRARI G., FORTI P. (2003) - *Grotte marine: cinquant'anni di ricerche in Italia*. MiATT: 505 pp.
- DI STEFANO F., DE VITA A., SENSALÉ G., APPOLLONI L., PAGLIARANI A., RENZI M., SANDULLI R., SBRESCIA L., RUSSO G.F. (2012a) - Cartografia tematica per la gestione sostenibile della nautica da diporto nell'AMP di Costa Infreschi e della Masseta. *Biol. Mar. Mediterr.*, **19** (1): 104-107.
- DI STEFANO F., DE VITA A., SENSALÉ G., RUSSO G.F. (2012b) - Un GIS di supporto per una gestione sostenibile delle aree marine protette del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. *Atti del XIII Conferenza Italiana Utenti ESRI*, Roma, CD-Rom.
- DI STEFANO F., RUSSO G.F. (2010) - The role of marine biologist in the maritime spatial planning. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 169-170.

F. FERRIGNO, S. BOI, M.F. CINTI*, B. PALIAGA*, I. GUALA

Fondazione IMC, International Marine Centre Onlus,
Loc. Sa Mardini, Torregrande - 09170 Oristano, Italy.
i.guala@imc-it.org

*Capo Carbonara Marine Protected Area, Villasimius, Italy.

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF SHALLOW ALGAL COMMUNITIES IN THE MARINE PROTECTED AREA OF CAPO CARBONARA (SARDINIA)

DISTRIBUZIONE SPAZIO-TEMPORALE DELLE COMUNITÀ ALGALI SUPERFICIALI NELL'AREA MARINA PROTETTA DI CAPO CARBONARA (SARDEGNA)

Abstract - The spatial and temporal variability of shallow assemblages of hard bottoms have been assessed within the Capo Carbonara Marine Protected Area (Sardinia, Western Mediterranean) in order to assess the ecological quality of coastal waters and identify possible unfavourable conditions. The presence of highly sensitive communities and species, and the lack of significant difference among investigated years and coastal sectors, suggest that this area has not been recently affected by significant anthropogenic pressures.

Key-words: benthic communities, coastal waters, ecological quality, marine parks, Mediterranean Sea.

Introduction - Benthic communities of hard bottoms are highly sensitive to environmental changes and respond relatively quickly to anthropogenic disturbances (Ballesteros *et al.*, 2007); therefore, they are suitable for monitoring the ecological status of coastal waters under the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC). The assessment of both the quality of water body and the conservation status of benthic communities of rocky bottoms are crucial to outline a framework for the management of coastal habitats and species of conservation interest. Algal-dominated littoral and upper-sublittoral communities developing in rocky shores were investigated within the Capo Carbonara MPA (Villasimius, south Sardinia) in order to assess the ecological status of the water body by means of the CARLIT index (Ballesteros *et al.*, 2007) and to estimate their spatial and temporal variability.

Materials and methods - During the spring 2013, the distribution of algal-dominated communities was evaluated in accordance to the method described by Ballesteros *et al.* (2007) and revised by Mangialajo *et al.* (2008). Visual surveys were carried out all along three coastal sectors of the MPA (each 3-5 km long): from S. Caterina bay to Cape Carbonara, Cavoli Island and Serpentara Island. For each sector, the ecological status was assessed in terms of EQR (Ecological Quality Ratio, Ballesteros *et al.*, 2007). A temporal comparison was carried out by means of a balanced design with previous data collected in 2011 by Guala *et al.* (2012): for both years and each of the three sectors, two stretches of coast of 500 m, at a distance of 2000 m from each other, were considered; for each stretch of coast, 5 replicates of 50 m in length have been selected randomly. Analysis of variance (ANOVA) was carried out to assess possible spatial (among sectors and stretches of coast) and temporal (between years) differences of the Sensitivity Level (SL) associated with the investigated communities (Ballesteros *et al.*, 2007); a post-hoc test (SNK) was applied for multiple comparison of means.

Results - Overall, 9 main communities were detected along the investigated coast; all of them were characterized by medium and high SL. *Cystoseira amentacea* var.

stricta prevails everywhere, as abundant scattered plants in S. Caterina sector and dense patches or almost continuous belts in both islands. EQR values amounted to 0.84 in S. Caterina and 0.95 in Cavoli and Serpentara islands; the mean value of the entire water body was 0.92. Similar values were recorded in 2011 (0.86 in S. Caterina, 0.98 in Cavoli Island and 0.89 in Serpentara Island; mean value was 0.91). The ANOVA shows no significant differences between years and stretches of coast within each sector; the SNK indicates that even the lowest EQR values recorded in S. Caterina did not differ significantly from those of the other sectors.

Conclusions - As a result of the dominance of highly sensitive communities, EQR values indicate an high ecological status of coastal waters within the MPA. In S. Caterina sector, EQR values were slightly lower because of the presence of more tolerant communities and less abundance of the most sensitive ones. This result can be attributed to the proximity to the residential area and to the Marina of Villasimius or, otherwise, to the different hydrodynamic conditions than those of the two islands; in any case the differences among sectors and between stretches of coast within each sector were not significant, thus indicating consistent conditions of the waters throughout the MPA. The temporal comparison did not show significant differences as well, as evidence that recent changes in water quality are lacking. These results are consistent with findings of previous studies that used the same methodology (ARPAS, 2011) or other biological quality elements to assess the ecological status of coastal waters (Buia *et al.*, 2005; Guala *et al.*, 2009; ARPAS, 2011).

References

- ARPAS (2011) - *Monitoraggio marino costiero ai sensi della L. 979/82. Relazione finale sull'attività 2008-2009*: 254 pp. + allegati.
- BALLESTEROS E., TORRAS X., PINEDO S., GARCÌA M., MANGIALAJO L., TORRES DE M. (2007) - A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 172-180.
- BUIA M.C., GIUNTA G., GUALA I., IACONO G., MONTELLA R., SILVESTRE F., TIBERTI L. (2005) - State of *Posidonia oceanica* meadows around the Sardinian coasts. In: Ozhan E. (ed), *Proceedings of 7th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Medcoast 05*. Kusadasi, Turkey, 25-29 October 2005: 431-439.
- GUALA I., ANGIUS R., CINTI M.F., FRAU F., VERONA A., PALIAGA B. (2012) - Indagine su habitat e specie di fondo roccioso superficiale nell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (Sardegna). *Atti del Quarto Simposio Internazionale IBIMET "Il monitoraggio costiero mediterraneo: problematiche e tecniche di misura"*. Livorno, 12-14 Giugno 2012: 349-356.
- GUALA I., VACCA S., ISOLA R., BOI S., DIAGO M.C., BUIA M.C., SILVESTRE F., FLORIS B., ANEDDA R., MURA L. (2009) - *Posidonia oceanica* monitoring programme in Sardinia: methodology and findings of the first year of surveying. *Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 09*. Hvar (Croatia), 6-10 Settembre 2009: 73.
- MANGIALAJO L., SARTONI G., GIOVANARDI F. (2008) - *Quaderno metodologico sull'elemento biologico macroalghe e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodica CARLIT*. Pubblicazioni ISPRA: 105 pp.

This study was funded by the Managing Board of Capo Carbonara MPA, measure POR FESR 2007-2013.

N. NESTO, V. MOSCHINO, M. PICONE*, A. BOLDRIN, L. DA ROS

Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Arsenale Tesa 104, Castello 2737/F - 30122 Venezia, Italia.
nicoletta.nesto@ismar.cnr.it

*Laguna Project snc, Castello, 6411 - 30122 Venezia, Italia.

UN DATABASE SUI POPOLAMENTI MACRO-ZOOBENTONICI ED ITTICI DEGLI HABITAT ROCCIOSI SUBTIDALI AL LARGO DELLE COSTE VENETE

A DATABASE ON MACROZOOBENTHIC AND FISH ASSEMBLAGES ON SUBTIDAL ROCKY HABITATS OFF VENETO COASTS

Abstract - *A database on the existing information on the zoobenthic and fish assemblages living on the rocky outcrops scattered off Veneto region coasts has been set up. The 50 sites investigated, where more than 700 species have been identified as a whole, showed high levels of species diversity indicative of a high habitat complexity.*

Key-words: *zoobenthos, fish, rocky outcrops, data collections, northern Adriatic.*

Introduzione - I fondali sedimentari al largo delle coste nord-adriatiche presentano affioramenti rocciosi sparsi, localmente noti con il nome di *tegnùe*, che creano zone ricche di gradienti ecologici e microambienti in grado di favorire lo sviluppo di una comunità bentonica e ittica diversificata (Casellato *et al.*, 2007; Gabriele *et al.*, 1999; Ponti *et al.*, 2011). Nell'ambito del progetto GHOST (*Techniques to reduce the impact of ghost fishing gears and to improve biodiversity in North Adriatic coastal areas*, LIFE12/BIO/IT/000556), finalizzato alla valutazione degli impatti che gli attrezzi da pesca abbandonati o persi possono determinare sulla biodiversità marina, è stato realizzato un database comprensivo di dati riguardanti i popolamenti macro-zoobentonici ed ittici di *tegnùe* localizzate lungo la fascia costiera veneta. L'obiettivo principale è stato quello di aggiornare ed organizzare le informazioni esistenti, contribuendo così all'analisi ecologica dell'habitat delle *tegnùe*. Nell'ambito del progetto GHOST tali informazioni potranno costituire un supporto per la stima del valore socio-economico di questo ecosistema e saranno utilizzate come linea conoscitiva di partenza per il confronto tra situazioni passate e future, ad esempio per valutare l'efficacia delle attività programmate di rimozione di attrezzatura da pesca abbandonata o persa.

Materiali e metodi - Un'ampia ricerca bibliografica ha consentito la raccolta di numerosi articoli scientifici, atti di convegni, rapporti tecnici dai quali sono stati estratti i dati d'interesse. In particolare, sono stati utilizzati esclusivamente dati riferibili a liste di specie, corredati da eventuali informazioni sulle abbondanze, rinvenute in specifiche *tegnùe* in date documentate. I dati sono stati organizzati in 3 tipi di tabelle utilizzando il programma Microsoft Access® 2007. Una prima tabella è stata costruita mediante inserimento dei seguenti campi: nome del sito, specie trovata, classe/ordine di appartenenza, *phylum/subphylum* di appartenenza, eventuale dato di abbondanza, anno di studio, metodologia di campionamento, riferimento bibliografico o progetto di afferenza, eventuale inserimento della specie in liste di protezione, eventuale interesse economico. Una seconda tabella è stata progettata per la caratterizzazione ambientale dei singoli siti con i seguenti campi: tipologia, localizzazione geografica, profondità, taxa rinvenuti, anno di studio, indici di diversità biologica, riferimento bibliografico. Infine, nella terza tabella sono stati

inseriti i dati bibliografici di tutti i documenti esaminati, comprensivi d'informazioni specifiche riguardanti: autore/i, anno di pubblicazione, titolo, rivista e/o libro e/o tipo di rapporto tecnico.

Risultati - Complessivamente sono stati censiti 50 siti, nei quali sono state segnalate 740 specie animali, appartenenti per la maggior parte (in termini di numero di specie) al taxon dei Mollusca (38%), Crustacea (16,4%) e Annelida (12,2%). Gli altri taxa, rinvenuti, in ordine decrescente di abbondanza percentuale di specie appartenenti, sono: Porifera (7%), Actinopterygii (6,6%), Tunicata (5,8%), Echinodermata e Foraminifera (3,6% ciascuno), Cnidaria (2,8%), Bryozoa (2,2%), Sipuncula (0,9%), Platyhelminthes (0,3%), Ctenophora, Cephalocordata, Echiurida e Nemertea (0,1% ciascuno). Tra le specie complessivamente censite, 5 risultano essere elencate in liste di protezione (Legge 175, 27 maggio 1999: annesso II e III da ASPIM; Legge 503, 05 ottobre 1981: Ap. 2, 3 BERNA; Direttiva 92/43/CEE: Ap. 4 Habitat; Protocollo di Barcellona, 1995: annesso II UNEP - RAC/SPA), 90 sono di interesse commerciale e 7 risultano sia in liste di protezione sia di interesse commerciale. In generale, il numero di specie presenti nei siti campionati mediante prelievo distruttivo, inclusi sorbona o reti, è risultato compreso tra 50 e 100, valore che diminuisce fino a meno di 20 nei siti campionati mediante rilievo fotografico o *visual census*. Gli indici di diversità specifica, calcolati esclusivamente in quei campioni ottenuti con la medesima metodologia di campionamento (prelievo distruttivo usando come unità di campionamento un quadrato di 50 cm di lato) hanno evidenziato valori simili in tutte le *tegnùe* indagate. In particolare, il valore medio dell'indice di Shannon (utilizzando il logaritmo base 2) è risultato 3.9 ± 1.4 , quello di Simpson 0.8 ± 0.2 .

Conclusioni - I dati raccolti sono riferibili a studi effettuati dalla fine degli anni '70 negli affioramenti rocciosi naturali e artificiali del nord Adriatico. Dal loro esame si è potuta evidenziare la composizione dei popolamenti di queste zone, che sono risultate caratterizzate da una ricchezza e una diversità in specie maggiore rispetto a quelle riscontrate in altri habitat a coralligeno mediterranei (Ballesteros, 2006). La presenza in questi ambienti di una grande quantità di sostanza organica disciolta e particellata sembra favorire la componente degli organismi filtratori, che risulta predominante su quelle degli erbivori e carnivori (Casellato *et al.*, 2007). Le tabelle dei dati raccolti sono disponibili nella sezione download del sito web del progetto (<http://www.life-ghost.eu/index.php/it/downloads>). Le tabelle on-line saranno periodicamente aggiornate sulla base dei nuovi dati raccolti nell'ambito delle future attività del progetto GHOST.

Bibliografia

- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **44**: 123-195.
- CASELLATO S., MASIERO L., SICHIROLLO E., SORESI S. (2007) - Hidden secrets of the Northern Adriatic: "Tegnùe", peculiar reefs. *Cent. Eur. J. Biol.*, **2**: 122-136.
- GABRIELE M., BELLOT A., GALLOTTI D., BRUNETTI R. (1999) - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.*, **40**: 65-76.
- PONTI M., FAVA F., ABBIATI M. (2011) - Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.*, **158**: 1447-1459.

P. PANZALIS, C. CALABRETTI¹, S. CARONNI¹,
M.A. DELARIA², A. NAVONE, G. CECCHERELLI²

Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Via San Giovanni, 14 – 07020 Olbia (OT), Italia.

¹Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Pavia, Italia.
chiara.calabretti@gmail.com

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia.

CARATTERIZZAZIONE DEL POPOLAMENTO ITTICO IN UNA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* INVASA DA *CAULERPA RACEMOSA*

CHARACTERIZATION OF THE FISH ASSEMBLAGE IN A *POSIDONIA OCEANICA* MEADOW INVADED BY *CAULERPA RACEMOSA*

Abstract - In the summer 2013 the fish assemblage associated with a *Posidonia oceanica* (L.) Delile (*Posidoniaceae*) meadow was assessed by visual census in a B zone of Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (NE Sardinia) recently invaded by the alien macroalga *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (*Chlorophyta*). The aim of the study was to obtain useful baseline estimate of the fish assemblage inhabiting a *P. oceanica* meadow framed by the invasion of *C. racemosa*.

Key-words: fish assemblage composition, introduced species, marine parks.

Introduzione - Evidenze sperimentali e correlative hanno messo in luce che la macroalga alloctona altamente invasiva *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh viene consumata da erbivori e onnivori autoctoni del Mediterraneo (Cebrian *et al.*, 2011; Terlizzi *et al.*, 2011). Obiettivo di questo studio è stato la caratterizzazione del popolamento ittico associato ad una prateria della fanerogama *Posidonia oceanica* (L.), circondata da *matte* morta invasa da *C. racemosa*, nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (AMP TPCC; NE Sardegna), al fine di acquisire dati utili a individuare in futuro eventuali alterazioni nella struttura di tale popolamento legate alla presenza della macroalga.

Materiali e metodi - Lo studio è stato condotto in una zona B di riserva generale dell'AMP TPCC, in prossimità dell'Isola di Molara (40°51.808' N; 9°43.348' E). Il popolamento è stato caratterizzato per mezzo di censimenti visuali, utilizzando la tecnica dei transetti lineari (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) su fondale a *P. oceanica* ad una profondità di circa 6 m. Nel sito di studio sono stati randomicamente selezionati 8 transetti di lunghezza pari a 25 m e larghezza pari a 2 m, lungo i quali sono state censite in immersione le specie ittiche presenti in prossimità del substrato, valutandone l'abbondanza (Ind. 50 m⁻²) e la taglia (classi dimensionali di 2 o 5 cm rispettivamente per le specie di piccola e grande taglia), come suggerito da Di Franco *et al.* (2009). Inoltre, le specie censite sono state suddivise in categorie trofiche, secondo quanto proposto da Sala *et al.* (2012). Infine, la biomassa (g 50 m⁻²) di ciascuna specie è stata stimata utilizzando i dati relativi alla taglia raccolti sul campo e le relazioni lunghezza-peso disponibili *on-line*, scegliendo, quando possibile, i coefficienti di correlazione riferiti al Mediterraneo (Bayle-Sempere *et al.*, 2002, www.fishbase.org).

Risultati - Il popolamento ittico del sito di studio è risultato complessivamente composto da 29 specie, di cui 21 carnivore, 6 onnivore e 2 erbivore. Tra i carnivori, le specie più abbondanti sono risultate *Coris julis* (Linnaeus, 1758) (14,88±4,65 Ind. 50 m⁻²), *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (7±3,57 Ind. 50 m⁻²), *Symphodus tinca* (Linnaeus, 1758) (6,38±8,06 Ind. 50 m⁻²) e *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758)

($2\pm3,45$ Ind. 50 m^{-2}). Tra gli onnivori, invece, sono risultati particolarmente abbondanti *Diplodus sargus sargus* (Linneo, 1758) ($0,25\pm0,43$ Ind. 50 m^{-2}) e *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) ($0,63\pm1,11$ Ind. 50 m^{-2}); infine, la categoria degli erbivori è stata rappresentata principalmente da *Sarpa salpa* (Linneo, 1758) ($3,63\pm9,6$ Ind. 50 m^{-2}). Relativamente alla biomassa, invece, le specie presenti con i valori più elevati sono risultate tre specie di carnivori, *D. vulgaris*, *S. tinca* e *C. julis*, la cui biomassa è risultata pari, rispettivamente, a $395,65\pm255,1$ g 50 m^{-2} , $331,89\pm110,1$ g 50 m^{-2} e $140,70\pm10,7$ g 50 m^{-2} . Tra gli onnivori la specie con biomassa maggiore è stata *D. sargus sargus* ($41,40\pm32,2$ g 50 m^{-2}), mentre tra gli erbivori *S. salpa* ($51,47\pm51,5$ g 50 m^{-2}). *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758) e *Tripterygion melanurus* (Guichenot, 1850), invece, sono le specie con la più bassa biomassa media, rispettivamente pari a $2,74\pm0,97$ g 50 m^{-2} e $0,06\pm0,02$ g 50 m^{-2} .

Conclusioni - Il popolamento ittico dell'area di studio è risultato simile, sia per composizione specifica sia per abbondanza e biomassa, a quello descritto da Di Franco *et al.* (2009) e, più recentemente, da Sahyoun *et al.* (2013) in altre zone B a tutela generale dell'AMP TPCC e maggiormente strutturato e differenziato rispetto a quello osservato all'esterno dell'AMP. Questi risultati suggeriscono che, ad oggi, la presenza di *C. racemosa* non ha causato nella prateria di *P. oceanica* considerata significative alterazioni del popolamento ittico. I dati raccolti nel corso dello studio costituiranno, dunque, la *baseline* per future indagini atte ad individuare modifiche del popolamento ittico legate alla presenza della macroalga.

Bibliografia

- BAYLE-SEMPERE J.T., VALLE C., VERDÚ A. (2002) - EcoCEN: application for managing data from fish visual counts. *FAO COPEMED*, 7.
- CEBRIAN E., BALLESTEROS E., LINARES C., TOMAS F. (2011) - Do native herbivores provide resistance to Mediterranean marine bioinvasions? A seaweed example. *Biol. Invasions*, 13: 1397-1408.
- DI FRANCO A., BUSSOTTI S., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P. (2009) - Evaluating effects of total and partial restrictions to fishing on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 387: 275-285.
- 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 des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol.-Terre Vie*, 40: 467-539.
- SAHYOUN R., BUSSOTTI S., DI FRANCO A., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P. (2013) - Protection effects on Mediterranean fish assemblages associated with different rocky habitats. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 93: 425-435.
- SALA E., BALLESTEROS E., DENDRINOS P., DI FRANCO A., FERRETTI F., FOLEY D., FRASCHETTI S., FRIEDLANDER A., GARRABOU J., GÜÇLÜSOY H., GUIDETTI P., HALPERN B.S., HEREU B., KARAKANLIDIS A.A., KIZILKAYA Z., MACPHERSON E., MANGIALAJO L., MARIANI S., MICHELI F., PAIS A., RISER K., ROSENBERG A.A., SALES M., SELKOE K.A., STARR R., TOMAS F., ZABALA M. (2012) - The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS ONE*, 7 (2): 1-13.
- TERLIZZI A., FELLINE S., LIONETTO M.G., CARICATO R., PERFETTI V., CUTIGNANO A., MOLLO E. (2011) - Detrimental physiological effects of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the Mediterranean white seabream *Diplodus sargus*. *Aquat. Biol.*, 12: 109-117.

S.F. RENDE, M. PENNA, T. BACCI, B. TRABUCCO, A.M. CICERO

ISPRa – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,
Via V. Brancati, 60 - 00157 Roma, Italia.
francesco.rende@isprambiente.it

MONITORAGGIO VIDEO-FOTOGRAFICO PER LA VALUTAZIONE
DELLO STATO DEL LIMITE SUPERIORE
DELLE PRATERIE A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE:
L'AMP "PENISOLA DEL SINIS ISOLA DI MAL DI VENTRE"

*VIDEO MONITORING FOR THE EVALUATION
OF THE QUALITY STATE OF UPPER LIMIT
OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE MEADOWS:
MPA "PENISOLA DEL SINIS ISOLA DI MAL DI VENTRE"*

Abstract - In the present study non-destructive monitoring techniques have been applied to benthic habitats using the potential offered by the relief video (R.O.V. video and digital), photography and analysis of the image to the evaluation of the quality of the upper limit of *P. oceanica* meadows in the MPA "Penisola del Sinis Isola di Mal di Ventre" noting the high conservation status in relation to the peculiar distribution of the plant in relation to the nature of the seabed.

Key-words: *P. oceanica*, *W Sardinia*, video monitoring, Quality Status.

Introduzione - Le praterie di *P. oceanica* rappresentano l'habitat di maggiore interesse in ambito Mediterraneo, sia per quanto definito nella Direttiva Habitat 92/43/CEE, sia da numerosi documenti internazionali quali la Convenzione di Barcellona (1976) e la Convenzione di Berna (1982). Per le sue caratteristiche *P. oceanica*, viene individuata come buon indicatore dello stato di salute dell'ecosistema marino-costiero (EQB ai sensi del Dlgs 152/06). I fondi del SIC "Isola di Mal di Ventre - Catalano" sono occupati per circa il 50% da estese praterie a *Posidonia oceanica*, che rappresenta l'habitat dominante. Nel presente studio, al fine di valutare lo stato di qualità e di conservazione del limite superiore delle praterie presenti nel SIC, è stato condotto un studio mediante l'applicazione di tecniche di rilievo video fotografiche e di video mosaicing.

Materiali e metodi - Le indagini sono state effettuate nelle zone A, B, C, nell'AMP. I rilievi video sono stati condotti mediante una slitta equipaggiata con le seguenti apparecchiature: i) telecamera a filo Seaviewer® munita di gruppo di acquisizione DVR e di sistema di georeferenziazione Sea-Trak GPS Video Overlay; ii) telecamera verticale, posta in "face down", modello GoPro Hero 2; iii) telecamera verticale, posta in "face down", modello Sanyo VPD. I transetti sono stati georeferenziati mediante un GPS Data Logger Blumax 4044, adoperando il software Mobile GIS ARCPAD 6. In totale sono stati realizzati 21 transetti video costa-largo e 7 transetti video paralleli alla linea di costa. Contemporaneamente, in ogni sito indagato, sono state condotte riprese fotografiche verticali, per mezzo di un distanziale metrico, Rende *et al.*, 2009a. I tracciati video sono stati restituiti su supporto digitale; inoltre le immagini, laddove la qualità video lo ha consentito, sono stati video-mosaicati (Rende *et al.*, 2009b) mediante il software Open source ICE Microsoft®.

Risultati - Il limite superiore delle praterie osservate, si situa ad una batimetria variabile da 2 a 5 m circa. Il substrato di insediamento delle praterie è prevalentemente di tipo roccioso con presenza, nei pressi del limite superiore,

di massi e occasionalmente di sabbia, quest'ultima presente nei siti riparati; non sono stati evidenziati scalzamenti rilevanti dei rizomi e la presenza di rizomi plagiotropi è risultata essere scarsa e comunque normale, considerata la profondità e l'idrodinamismo locale presente nel tratto di costa oggetto di studio. Le praterie si distribuiscono prevalentemente a chiazze con una copertura percentuale variabile e più raramente con una distribuzione rada (copertura 30-70%). I limiti superiori si presentano in genere frastagliati e la copertura, quasi sempre bassa, è da riferire alla scarsa sedimentazione locale solo in parte in grado di supportare l'insediamento della pianta. In generale nella maggior parte dei casi non è mai stata osservata "matte" morta né segni evidenti di impatti di origine antropica diretti e/o indiretti come ancoraggi o presenza di scarichi, tranne nel sito posto sul versante orientale dell'Isola Mal di Ventre, dove l'impatto da ancoraggi è risultato evidente. Le praterie risultano essere principalmente pure, non riscontrando quasi mai la presenza di altre fanerogame e di alghe invasive; es.: *Caulerpa taxifolia*, (M. Vahl) C. Agardh 1817, *C. racemosa*, (Forsskål) J. Agardh 1873. La struttura delle praterie esposte a Nord Est (295°-330°) rispecchiano l'idrodinamismo elevato presente nella maggior parte dell'anno e la notevole trasparenza della colonna d'acqua. La comunità bentonica prevalente sul substrato roccioso è rappresentata essenzialmente dalla biocenosi delle Alghe Fotofile oggetto di grazing da parte di *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816). La comunità epifita delle foglie di *P. oceanica*, presenta una copertura algale sempre rilevante nella porzione apicale della lamina fogliare ma comunque in linea con la stagione di monitoraggio; la fauna ittica associata alle praterie risulta caratterizzata da specie tipiche della biocenosi Prateria di *Posidonia*. In particolare sono state osservate le seguenti specie: *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758), individui appartenenti al genere *Diplodus*, *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758), *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758), individui appartenenti alla famiglia dei Labridi.

Conclusioni - Dalla valutazione qualitativa dei foto mosaici e delle immagini verticali si evince che la distribuzione dei posidonieti superficiali risulta prevalentemente discontinua e frammentata, per via della natura prevalentemente rocciosa del fondale, nonché dell'elevato idrodinamismo di fondo caratterizzante il tratto di costa oggetto di studio. Sono stati riscontrati segni evidenti di impatti diretti e/o indiretti da ancoraggi, con presenza di zone ristrette con "matte" morta, nel sito posto sul versante orientale dell'Isola Mal di Ventre, dove l'impatto medesimo si è mostrato piuttosto evidente. Concludendo, i limiti superiori delle praterie osservate, se pur frastagliate, sono caratterizzate da una copertura modesta che appare in buono stato di conservazione e in linea con le condizioni edafiche riscontrate.

Bibliografia

- RENDE S.F., BURGASSI M., ROCCA D., CAPPA P., SCALISE S., CINELLI F. (2009b) - Nuove tecniche di monitoraggio video-fotografiche: la sperimentazione sui limiti inferiori delle praterie di *P. oceanica* dell'AMP Capo Rizzuto. *Atti del XIX Congresso S.I.t.E.*, 2: 87-92.
- RENDE S.F., POLIFRONE M., STROOBANT M., BURGASSI M., CINELLI F. (2009a) - Distanziale metrico e software di digital imaging applicati al biomonitoraggio di *P. oceanica* (L.) Delile. *Biol. Mar. Mediterr.*, 16 (1): 298-299.

T. SCIROCCO, A. SPECCHIULLI, L. CILENTI, R. D'ADAMO

C.N.R. - Istituto di Scienze Marine, UOS Lesina, Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.
tommaso.scirocco@fg.ismar.cnr.it

VALUTAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE MACROZOOBENTONICA NEL GOLFO DI MANFREDONIA (MEDITERRANEO ORIENTALE)

ASSESSMENT OF MACROZOOBENTHIC DISTRIBUTION IN THE MANFREDONIA GULF (EASTERN MEDITERRANEAN)

Abstract - Soft bottom macrozoobenthic distribution, as well as its composition, biomass and diversity were studied at 9 stations in the Gulf of Manfredonia. Polychaeta were numerically the dominant component (71%), followed by Crustacea (21%) and Bivalvia (2%). The highest biodiversity was observed at the stations in near-shore of the study area.

Key-words: macrozoobenthos, sediment, Gulf of Manfredonia, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il Golfo di Manfredonia (Adriatico meridionale) è una zona rilevante dal punto di vista ecologico. È considerata un'area nursery per i piccoli pelagici (Borme *et al.*, 2013) e per i molluschi bivalvi (Vaccarella *et al.*, 1998). Piuttosto scarse e frammentarie sono le indagini condotte sulla macrofauna bentonica (Scirocco *et al.*, 2006), definita un indicatore di perturbazioni di origine naturale e/o antropica (Borja *et al.*, 2000). Lo scopo del lavoro è descrivere la distribuzione macrozoobentonica nel Golfo di Manfredonia, valutare la sua composizione e la diversità delle specie e stabilire possibili relazioni con le variabili ambientali.

Materiali e metodi - La macrofauna bentonica è stata raccolta nel mese di marzo 2012 in nove stazioni, comprese tra 11 e 51 m di profondità (Fig. 1), mediante box-corer da 0.0161 m² (tre repliche). Da ogni replica è stato prelevato un sub-campione di sedimento per le analisi granulometriche e del carbonio organico totale (TOC%). I campioni biologici sono stati vagliati *in situ* con setaccio di maglia 1 mm, fissati in formalina al 10% e identificati, ove possibile, fino al livello tassonomico della specie. Per ogni replica è stata valutata l'abbondanza (ind/m²), la biomassa umida (gr/m²) e calcolati gli indici di diversità di Margalef, Pielou's, Shannon e Simpson.

Risultati - Sette stazioni sono risultate caratterizzate da Pelite (97%±3SD) e contenuti di TOC pari a 1%±0,1SD, mentre le restanti due stazioni hanno presentato, un sedimento sabbioso (81%±7SD) con minore sostanza organica (0,4%±0,3SD). Sono stati identificati complessivamente 53 taxa, di cui 27 a livello di specie e 26 a livello di genere. Il gruppo più abbondante è stato rappresentato dai Policheti (71%), seguito dai Crostacei (21%) e dai Bivalvi (2%). Le specie più abbondanti sono state *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1844 (18%), *Euclymene* sp. Verrill, 1900 (13%) e *Apseudopsis latreillii* (Milne-Edwards, 1828) (16%), maggiormente localizzate nelle stazioni costiere, dove è stata riscontrata anche la presenza sporadica di *Corbula gibba* (Olivi, 1792) e *Ampelisca diadema* (Costa, 1853). I valori più elevati di abbondanza (2828±859SD ind/m²) e biomassa umida (39±43SD gr/m²) sono stati osservati sotto costa (MF1 e MF6), mentre i minimi (103±129SD ind/m² e 1±2SD gr/m²), nelle stazioni off-shore (MF5, MF9). La zona costiera (MF1 e MF6) ha anche evidenziato gli indici di diversità più alti (Margalef 3,36±0,40SD; Shannon 3,14±0,16SD; Pielou's 0,97±0,02SD), mentre l'indice di Simpson ha mostrato il suo valore massimo (0,77±0,39SD) nella stazione off-shore (MF4). L'abbondanza diminuiva all'aumentare del contenuto organico e frazione più fine dei sedimenti ($r=-0,62$, $r=-0,38$; $p<0,05$).

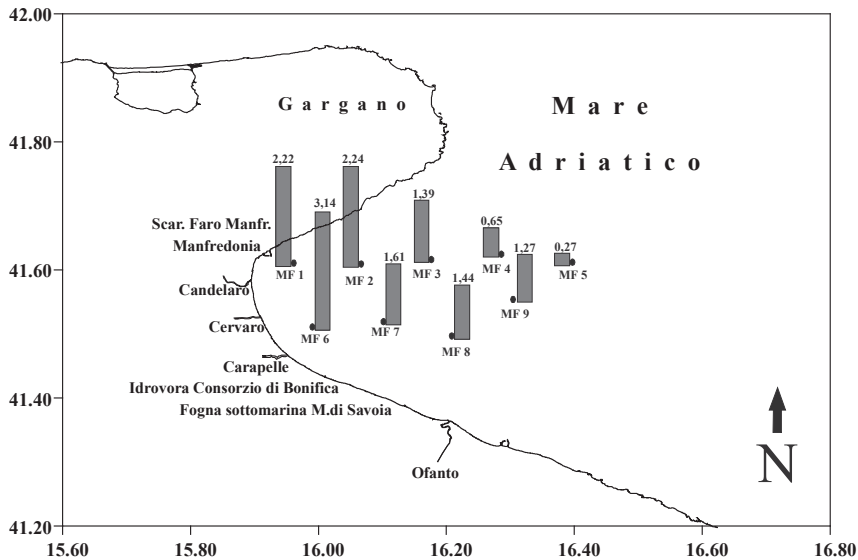


Fig. 1 - Distribuzione delle stazioni di campionamento con i rispettivi valori dell'Indice di Shannon.

Distribution of sampling stations and value of Shannon Index.

Conclusioni - I sedimenti della zona off-shore (MF4, MF5, MF9) sono risultati caratterizzati da granulometrie più fini, maggiore contenuto di TOC e macrofauna bentonica più povera in abbondanza, biomassa e ricchezza di specie. Al contrario, la zona costiera (MF1, MF2, MF6) è risultata caratterizzata da un più basso contenuto di sostanza organica e sedimento più grossolano, a cui è associata una macrofauna bentonica maggiormente strutturata e ricca di specie. Ciononostante, nella zona costiera, la presenza di *Corbula gibba* e *Ampelisca diadema*, evidenzerebbe un'instabilità ambientale probabilmente dovuta ai diretti apporti fluviali e alle attività della piccola pesca.

Bibliografia

- BORJA A., FRANCO J., PEREZ 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.
- BORME D., TIRELLI V., PALOMERA I. (2013) - Feeding habits of European pilchard late larvae in a nursery area in the Adriatic Sea. *J. Sea Res.*, **78**: 8-17.
- SCIROCCO T., CASOLINO G., FABBROCCINI A., D'ADAMO R. (2006) - I popolamenti bentonici litorali dei fondi mobili in un sito ad elevato impatto antropico: il Golfo di Manfredonia, Italia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 643-646.
- VACCARELLA R., PAPARELLA P., BELLO G., MARANO G. (1998) - The smooth scallop, *Chlamys glabra*, fishery in the Gulf of Manfredonia (South-Western Adriatic Sea). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **35**: 500-501.

M. ANELLI MONTI, A. CACCIN, P. FRANZOI, P. VALERI, F. PRANOVI

CEMAS (Center for Estuarine and coastal Marine Sciences),
Dip. di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari,
Castello, 2737/B - 30120 Venezia, Italia.
marco.anellimonti@gmail.com

VULNERABILITÀ DELLA PESCA IN ALTO ADRIATICO IN RELAZIONE AI POSSIBILI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

VULNERABILITY OF THE NORTHERN ADRIATIC SEA FISHERIES TO POSSIBLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGES

Abstract - *Vulnerability of the Northern Adriatic fishing activities to possible effects of climate changes have been tested by analyzing the catches composition in relation to the main thermal affinity groups and by analyzing their temporal trends in relation to the sea surface temperature variations. Furthermore, the analysis in relation to the main métier has been performed.*

Key-words: *climate changes, landing statistics, sea temperature, time series.*

Introduzione - Recenti studi hanno evidenziato che, in relazione al previsto aumento della temperatura, in Mediterraneo è attesa una significativa modificazione, sia in termini di struttura che di areale distributivo delle comunità ittiche (Albouy *et al.*, 2012). È ragionevole pensare che tutto ciò avrà profonde ripercussioni anche sull'attività di pesca. In questo contesto, l'alto Adriatico, bacino semi chiuso, potrebbe rivelarsi area particolarmente sensibile, data anche la sua natura di zona rifugio per le specie ad affinità climatica fredda (Ben Rais Lasram *et al.*, 2010). In questo lavoro si è dunque investigata, da un lato la composizione dello sbarcato in relazione ai principali gruppi di affinità termica (specie "fredde", "temperate" e "calde"), nonché ai principali mestieri (pesca con coccia, rapido e volante); dall'altro, la relazione tra innalzamento della temperatura e trend dello sbarcato, con riferimento ai gruppi di affinità termica.

Materiali e metodi - Combinando i dati di sbarcato del mercato ittico di Chioggia, con la classificazione di affinità termica delle diverse specie commercializzate, stabilita sulla base dei dati relativi alla loro distribuzione latitudinale (Pranovi *et al.*, 2013), sono state ricostruite le serie storiche delle specie fredde, temperate e calde pescate in alto Adriatico, nel periodo compreso tra il 1945 ed il 2012. Inoltre, sulla base dei dati satellitari (ERSST v3b) è stata ricostruita la serie storica della temperatura superficiale, espressa come media annuale, del bacino analizzato dal 1970 al 2012. La correlazione tra andamento temporale dello sbarcato dei diversi gruppi di affinità termica e la temperatura è stata testata mediante l'applicazione di un modello GAM (*Generalized Additive Model*).

Risultati - Osservando il trend temporale dei tre gruppi di affinità termica, si nota un costante calo, a partire dalla metà degli anni '80, sia per le specie fredde che per quelle temperate; le specie ad affinità calda, invece, mostrano un sensibile aumento a partire dai primi anni '90, sebbene con abbondanze sempre sensibilmente inferiori alle altre due categorie. L'analisi mediante GAM, evidenzia una significativa relazione negativa tra temperatura e biomasse sia di specie fredde ($p=0,012$; 23,7% di devianza spiegata) che di specie temperate ($p<0,001$; 38,4% di devianza spiegata). Al contrario, le specie ad affinità calda mostrano una marcata relazione positiva ($p<0,001$; 69,8% di devianza spiegata). Il maggior effetto registrato a carico delle specie temperate, rispetto alle fredde, potrebbe essere legato alla diversa incidenza

nelle catture delle due categorie (mediamente le catture delle specie temperate sono più elevate di quelle fredde) e alla diversa variabilità dei due andamenti temporali. Questo aspetto dovrà comunque essere maggiormente approfondito. Per valutare l'incidenza dei diversi gruppi di affinità termica nei diversi mestieri di pesca, sono poi stati incrociati i dati di mercato per barca con i dati sulla tipologia di licenza prevalente (confermata anche da rilevamenti in banchina). In questo modo, si è potuto verificare che le catture di coccia e rapido sono dominate dalle specie fredde (40 e 60%, rispettivamente) e temperate (35 e 30%, rispettivamente), mentre, per quanto riguarda la volante, questi gruppi assommano a solo il 40% delle catture totali.

Conclusioni - Sulla base dei risultati ottenuti, in relazione alla composizione media dello sbarcato, si può supporre che la marineria di Chioggia (la più importante dell'area indagata) presenti un'elevata vulnerabilità dell'attività di pesca ai possibili effetti dei cambiamenti climatici, in particolare al previsto aumento della temperatura. In generale, infatti, lo sbarcato risulta composto prevalentemente da specie ad affinità fredda e temperata, gruppi che le analisi statistiche hanno mostrato essere sensibili, in maniera negativa, all'aumento della temperatura stessa registrato nell'ultimo decennio. Tale vulnerabilità pare comunque essere distribuita in modo differenziale tra i tre principali mestieri, essendo la pesca con il rapido quella più critica, mentre quella con volante la meno esposta. Dai dati sembra poi emergere la conferma che, nell'ambito delle variazioni in atto, si stia assistendo ad un aumento della presenza di specie termofile, anche in questo bacino (Ben Rais Lasram *et al.*, 2010). In generale, è atteso che il fenomeno principale di modificazione delle comunità ittiche, porti ad una sostituzione di specie; questo potrebbe significare la presenza di nuove risorse disponibili per la pesca. Al momento, tuttavia, le stime complessive sembrano indicare che questi contributi positivi non saranno sufficienti a bilanciare le diminuzioni (Cheung *et al.*, 2010).

Bibliografia

- ALBOUY C., GUILHAUMON F., ARAUJO M.B., MOUILLOT D., LEPRIEUR F. (2012) - Combining projected changes in species richness and composition reveals climate change impacts on coastal fish assemblages. *Glob. Change Biol.*, **18**: 2995-3003.
- BEN RAIS LASRAM F., GUILHAMOUN F., ALBOUY C., SOMOT S., THUILLER W., MOUILLOT D. (2010) - The Mediterranean Sea as a "cul-de-sac" for endemic fishes facing climate change. *Glob. Change Biol.*, **16**: 3233-3245.
- CHEUNG W.W., LAM V.W.Y., SARMIENTO J.L., KEARNEY K., WATSON R., ZELLER D., PAULY D. (2010) - Large-scale redistribution of maximum catch potential in the global ocean under climate change. *Glob. Change Biol.*, **16**: 25-35.
- PRANOVI F., CACCIN A., FRANZOI P., MALAVASI S., ZUCCHETTA M., TORRICELLI P. (2013) - Vulnerability of artisanal fisheries to climate change in the Venice lagoon. *J. Fish Biol.*, **83**: 847-863.

P. CARBONARA, L. CASCIARO, R. GABRIELE*, P. GAUDIO, I. BITETTO,
W. ZUPA, M. PALMISANO, M.T. FACCHINI

COISPA Tecnologia e Ricerca, Stazione Sperimentale per lo Studio delle Risorse del Mare,
Via dei Trulli, 18-20 - 70126 Bari, Italia.
carbonara@coispa.it

*Associazione VIVARA onlus, Ischia, Italia.

DEEP-WATER RED SHRIMPS FISHERIES BY SET NETS IN THE ISCHIA ISLAND (CENTRAL SOUTHERN TYRRHENIAN SEA)

LA PESCA DEI GAMBERI ROSSI CON RETI DA POSTA AD ISCHIA (TIRRENO CENTRO MERIDIONALE)

Abstract - Fishing for deep-water red shrimps by gill net in the Ischia island (Central-Southern Tyrrhenian Sea) is carried out in late spring-summer and it shows a high degree of specialization to the target species, both in terms of weight and number of specimens (respectively 45% and 75%). The adult fraction of the population is particularly vulnerable to this fishing gear, with most of the catch concentrated between 40-48 and 44-46 mm carapace length, respectively for *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*.

Key-words: Ischia Southern Tyrrhenian, gillnet, *Aristaeomorpha foliacea*, *Aristeus antennatus*.

Introduction - The deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) and *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) are distributed in almost all the Mediterranean in a range from about 100 to 1000 m depth with higher abundances from 400 to 800 m (Cau *et al.*, 2002). These species represent the most important economic resources for the deep-sea trawl fishery in the central southern Tyrrhenian Sea, though around the Ischia island the geomorphological characteristics of slope-bathial bottom impede the fishing activity by this type of fishery. Thus, since the years 70s a deep-water fishery targeting red shrimps by gillnet has been developed in the area. Aim of this work is to describe for the first time this fishery in terms of vessel characteristics, fishing activity, catch composition and length frequency distribution (LFD) of the target species.

Materials and methods - The observation on commercial landings and the on board activity were carried out in the context of Data Collection Framework (DCF EU Reg. 199/2008). In this work the period 2009-2012 was considered. Landing data were collected by species and fishing activity (depth, geographic positions, duration, length of nets). Carapace length (CL) for crustaceans and total length (TL) for fishes were measured on a subsample, at nearest 1 mm and 0.5 cm respectively.

Results - Fishing activity is concentrated in the late spring-summer months and is carried out by a minimum of 2 (December) to a maximum of 8 (July) vessels (Fig. 1). The landing of deep-water red shrimps during the observed fishing trips (32) ranged between 0.5 to 15 kg.

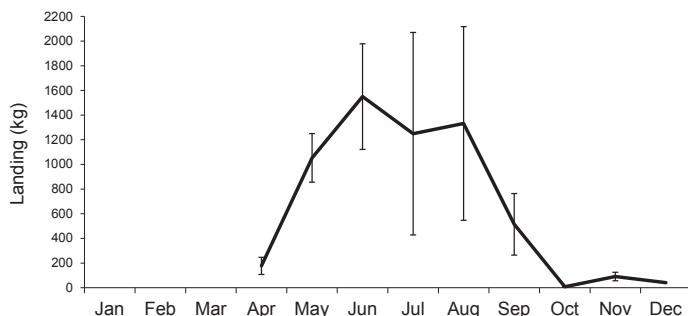


Fig. 1 - Mean monthly landing (averaged over 2009-2012) in kg of deep-water red shrimps caught by gillnet in Ischia island (GSA 10). The bars represent the standard deviation (data source: IREPA).

Sbarcato medio mensile (periodo 2009-2012) in kg dei gamberi rossi catturati con rete ad imbroglio ad Ischia (GSA 10). Le barre rappresentano la deviazione standard (data source: IREPA).

The area interested by this fishery is located in the west part of the island, usually few miles (3-4) from the coast between 350 and 550 m depth. The net (length 2500 m, drop 4 m, mesh size 16 mm), is deployed at the sea in the morning and is hauled after about 20 hours at sunrise. The mean length (LOA) of the boats involved is 10.6 m with engine of 61 kw on average. Regarding the catch composition, deep-water red shrimps represent the 45% and 75% in term of biomass and number of specimens respectively (Fig. 2). The most important by-catch species is *Merluccius merluccius*, that represents 27% and 7% in biomass and number of individuals respectively.

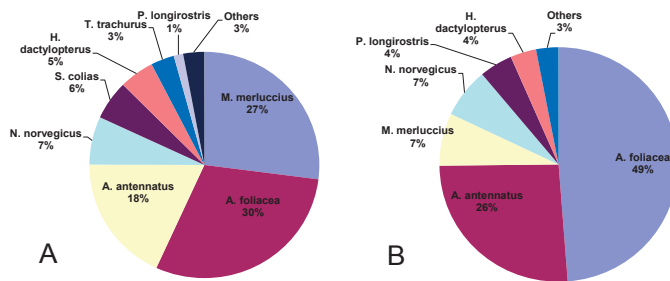


Fig. 2 - Catches composition in terms of the biomass (A) and number of specimens (B).

Composizione della cattura in termini di biomassa (A) e di numero di individui (B).

The other species, less represented in the catches, are typical of the slope, except for benthic-pelagic species as *S. colias* and *T. trachurus* possibly caught during the down of the net on the bottom. LFD of *A. foliacea* and *A. antennatus* as target species and *M. merluccius* as the bycatch are shown in Fig. 3.

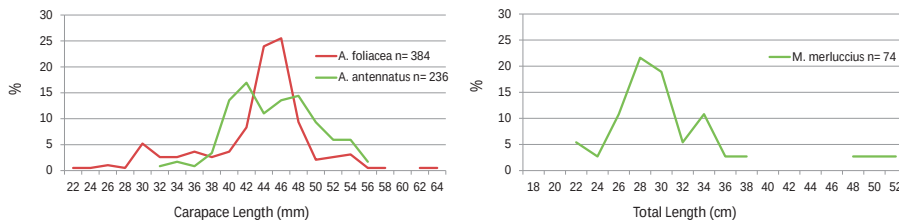


Fig. 3 - Length Frequency Distributions of the samples for the target species and bycatch.

Distribuzioni di frequenza delle lunghezze campinarie per le specie target e il bycatch.

Conclusions - This kind of fishery shows a high specialization for the target species and, given the high economic value of the catch, represents an important resource at local level. The data show as the bulk of the catch is concentrated on the adult fraction (STECF, 2013) of the population for both target species. Moreover, taking into account, that set nets have less influence on the bottom communities, this kind of fishery could be considered low impacting and a valid alternative to trawl fishery at local level.

References

- CAU A., CARBONELL A., FOLLESA M.C., MANNINI A., NORRITO G., ORSI RELINI L., POLITOU C.-Y., RAGONESE S., RINELLI P. (2002) - MEDITS-based information on the deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae). *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 103-124.
- SCIENTIFIC, TECHNICAL AND ECONOMIC COMMITTEE FOR FISHERIES (STECF) (2013) - *2012 Assessment of Mediterranean Sea stocks part II (STECF 13-05)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 25309 EN, JRC 81592: 618 pp.

This work was supported by the Italian Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policy (MiPAAF) and the European Commission in the DCF context.

I. CELIĆ, M. ROMANELLI, G. FRANCESCHINI

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,
Loc. Brondolo – 30015 Chioggia (VE), Italia.
igor.celic@gmail.com

LA COMUNITÀ ITTICA DELLA PARTE TERMINALE
DEL RAMO PRINCIPALE DEL FIUME PO
RISULTANTE DA CATTURE SPERIMENTALI
CON RETE A TRAINO SEMIPELAGICA

*THE ICHTHYOFAUNA OF THE FINAL PART
OF THE PO RIVER MAIN BRANCH
FROM EXPERIMENTAL CATCHES BY MID-WATER TRAWLING*

Abstract - The paper reports the catch data obtained by a small mid-water trawl net in the final part of the main branch of the Po river during summer 2008. Although the target species (thinlip grey mullet) was the most important both for abundance and biomass, the other fishes mainly belonged to allochthonous species.

Key-words: *Liza ramada*, non-native fish, Italy, Po river.

Introduzione - In passato molte imbarcazioni della marineria di Chioggia (VE) erano dedite a forme di pesca artigianale basata sull'uso di molteplici attrezzi, spesso altamente selettivi, utilizzandoli in differenti periodi dell'anno ed in diversi ambienti (mare, laguna e foci dei fiumi). Tra questi vi erano pure piccole reti semipelagiche trainate da imbarcazioni operanti in coppia (Giovanardi *et al.*, 1997). Attualmente solo una coppia di imbarcazioni utilizza, in alcuni mesi, la rete citata in laguna di Venezia o alle foci del Brenta e dell'Adige per catturare alici o mugilidi. Nel 2008 gli armatori delle due unità fecero richiesta agli uffici competenti di poter operare pure nel tratto terminale di corsi d'acqua dolce della Provincia di Rovigo e quindi si effettuarono pescate sperimentali nella parte finale del Po ("area C") a seguito di temporanea autorizzazione ottenuta dall'Area Attività Produttive, Risorse Faunistiche e Vigilanza della Provincia. Sebbene siano state effettuate solo poche cale, le catture furono rilevanti, con notevole presenza di esemplari adulti di cefalo calamita, *Liza ramada*. Inoltre, si ottennero buone catture di due specie ittiche d'acqua dolce introdotte in tempi recenti in Italia da altre aree europee, ossia la brema, *Abramis brama*, ed il siluro, *Silurus glanis*. Nella presente nota si forniscono sintetiche informazioni sull'accrescimento di *L. ramada*, sulla struttura d'età dei campioni ottenuti per la specie bersaglio e sulla composizione specifica delle catture.

Materiali e metodi - In tre giornate di pesca dell'estate 2008 (30/07, 28/08, 11/09) furono effettuate otto cale di durata compresa tra 3 e 11 minuti nel tratto del Po a valle del ponte sulla SS 309 "Romea". Le operazioni di pesca furono svolte tramite rete "volante" con apertura minima di maglia da 20 mm trainata da due imbarcazioni (rispettivamente di 10 e 12 m LFT) nell'orario tra le 18:00 e le 24:00. Alla fine delle singole cale si effettuò il conteggio degli esemplari catturati per ciascuna specie e la pesa *in toto*. Nel caso di *L. ramada* si misurò la lunghezza totale (LT) di tutti gli individui al mezzo centimetro inferiore e si prelevarono casualmente lotti di 25 esemplari per le determinazioni di laboratorio. Furono prelevate le scaglie, dietro la pinna pettorale, per la determinazione dell'età allo stereomicroscopio.

Risultati - Nelle 8 cale si catturarono complessivamente 3.979 pesci appartenenti a 10 specie per un peso totale pari a 1.923,97 kg. Circa metà della biomassa dei cefali

si ottenne in una cala di 5 minuti svolta poco prima delle ore 24:00 del 28 agosto. I cefali calamita complessivamente pescati avevano dimensioni nell'intervallo 23,5-63,0 cm L.T. In termini sia numerici che ponderali circa un terzo del pescato era costituito da esemplari di brema, *A. brama*, ed anche gli individui di altre specie alloctone contribuirono in maniera significativa alla biomassa totale (Tab. 1). Inoltre, si catturarono 87 piccolissimi esemplari di *Alosa fallax*, specie anadroma, inserita tra quelle "vulnerabili" nelle schede italiane IUCN (Bianco *et al.*, 2013). Tuttavia nelle quattro cale svolte al crepuscolo o di notte si ottennero solo 25 cheppie. Per quanto riguarda *L. ramada*, le letture di età su scaglie di 83 individui consentirono di definire una curva Von Bertalanffy con parametri: $L_{inf}=62,0$ cm; $K=0,33$; t_0 imposto a zero. Gli individui erano prevalentemente di 2-4 anni di età, alcuni di essi oltre i 5 anni.

Tab. 1 - Suddivisione per specie delle catture ottenute nelle 8 cale sperimentali con rete "volante" effettuate nel tratto terminale del Po nell'estate 2008.

List of the fishes caught in 8 experimental hauls carried out by a small mid-water trawl net in the final part of Po river during summer 2008.

Specie	N. individui	Peso (kg)	Intervallo catture cale positive (N.)	Frazione cale positive
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,50	-	1/8
<i>Alosa fallax</i> (Lacépède, 1803)	87	1,26	6-30	5/8
§ <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	1.273	717,44	43-336	8/8
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	4	16,74	2-2	2/8
§ <i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	9	5,39	1-4	5/8
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	10	0,20	-	1/8
<i>Liza ramada</i> (Risso, 1827)	2.567	1.088,38	13-1.471	8/8
<i>Liza saliens</i> (Risso, 1810)	1	0,14	-	1/8
§ <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	4	1,58	-	1/8
§ <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	23	92,34	1-6	7/8
TOTALE	3.979	1.923,97	-	-
§specie alloctone				

Conclusioni - Il campionamento registrò il cefalo calamita e la brema come specie più abbondanti, nonché una forte presenza di specie alloctone. Le catture di giovanili di cheppia, specie le cui popolazioni sono ritenute in declino, risultano minori in assenza o scarsità di luce e potrebbero essere ulteriormente ridotte o annullate utilizzando una rete con apertura di maglia minima più grande. I risultati ottenuti suggeriscono di svolgere studi supplementari sulla fattibilità di un Piano di Gestione Locale per un prelievo controllato di *L. ramada* e di alcune specie alloctone.

Bibliografia

- BIANCO P.G., CAPUTO V., FERRITO V., LORENZONI M., NONNIS MARZANO F., STEFANI F., SABATINI A., TANCIONI L. (2013) - *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). www.iucn.it/scheda.php?id=-136209729.
- GIOVANARDI O., PRANOVI F., DE GIROLAMO M. (1997) - Un modello di pesca artigianale multi-attrezzo nella marineria di Chioggia (alto Adriatico). *Biol. Mar. Mediterr.*, **4**: 528-529.

E. DE SABATA¹, G. BELLO², G. CATALDINI³, C. MANCUSI⁴, F. SERENA⁴, S. CLÒ^{1,5}

¹MedSharks, Via Ruggero Fauro, 82 - 00197 Roma, Italy.
info@medsharks.org

²Arion, Mola di Bari (BA), Italy.

³Museo del Mare, Gallipoli (LE), Italy.

⁴ARPAT Toscana, Italy.

⁵CTS, Roma, Italy.

A SEASONAL HOTSPOT FOR *CETORHINUS MAXIMUS* IN APULIA, SOUTHERN ITALY

HOTSPOT STAGIONALE DI CETORHINUS MAXIMUS IN PUGLIA

Abstract - Over 50 records of accidental catches, strandings and sightings dating from 1977 to 2013 reveal the regular presence of basking sharks (*Cetorhinus maximus*) (Chondrichthyes: Lamniformes) in Apulia, south-east coast of Italy. Sightings and captures occur mostly from January to March and are concentrated in the Porto Cesareo/Gallipoli area in the Ionian Sea, an area connected by an underwater canyon to the deep Taranto Valley. This area represents the second identified seasonal hotspot of local abundance for basking sharks in the Mediterranean Sea after North Sardinia.

Key-words: basking shark, *Cetorhinus maximus*, seasonal distribution, Ionian Sea, Mediterranean Sea.

Introduction - The basking shark, *Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765), is a very large, filter-feeding cold-water pelagic species. It is migratory and widely distributed in temperate waters, but only regularly seen in a few favoured coastal locations feeding at the surface (Sims, 2008). The basking shark's life history, movements, population dynamics and general ecology in the Mediterranean Sea - where it is listed as "Vulnerable" in the IUCN Red List of Endangered species - are not known. The only known seasonal hotspot in the Mediterranean for this species was identified in North Sardinia through the public-sighting scheme 'Operazione Squalo Elefante' (de Sabata and Clò, 2010), mainly in areas characterised by underwater canyons (de Sabata *et al.*, 2013). Recurring media and informal reports suggest that basking sharks are regular visitors to the south-eastern Italian region of Apulia. As for 2013, the database of the Mediterranean Large Elasmobranchs Monitoring project (MEDLEM), which provides a general picture of the distribution of this species in the area (Mancusi *et al.*, 2005), had only 14 records from the area. The aim of this work was thus to compile all available data from occasional sightings and incidental catches, in order to both assess the importance of this part of the Mediterranean as a seasonal hotspot for basking sharks and update the MEDLEM catalogue.

Materials and methods - Available scientific and grey literature was searched through, combining records of the MEDLEM project, data collected by two of the authors (GB and GC, who are part of the local stranding network), articles of local newspapers, photos/videos retrieved from the internet and social media. A field trip was carried out in Summer 2013 and personal interviews were arranged with personnel from the Coast Guard, Navy, Marine Protected Areas, biologists, recreational and professional fishermen, dive centre operators, yachtsmen and journalists to collect further data and set up a network of observers to report future sightings and captures. To avoid overestimating shark numbers, in case of multiple

sightings over a period up to 10 days in the same area we considered only one entry - selecting the one with the highest number of sharks seen at the same time.

Results - Fifty-seven sightings/captures dating from 1977 to 2013 (31 sightings, 12 captures, 7 strandings and 7 caught/released) were recorded along the Apulian coast, mostly (68%) in the Ionian sea, specimens ranging in size from 300 to 800 cm estimated TL, with aggregations of up to 4 individuals. Sightings peak between January and March (73%). Peak years were recorded in 2001, 2011 and 2013. Most of the records (58%) are from Porto Cesareo/Gallipoli, a 15-nm long stretch of Ionian coast at the mouth of the only canyon leading to the Taranto Valley, one of the most important submarine canyons in the Mediterranean.

Conclusions - Although these reports are not the result of a properly structured survey and the observation effort was not homogeneous in space and time, they suggest that basking sharks are regular seasonal visitors in coastal waters of Apulia, and that the Gallipoli/Porto Cesareo area is a seasonal hotspot of local abundance. This is possibly linked to its proximity to underwater canyons, which are known to act as funnels for water upwelling providing nutrients to the marine ecosystem and enhancing productivity (Wurtz, 2012). The sharp increase in numbers since 2001 (76% of the records) is most likely due to greater public awareness and widespread use of the internet rather than an actual growth in the population of this shark. Likewise, the rise in recorded accidental catches (10 between 1977-99 and 16 between 2001-13) is most likely due to better reporting than an actual increase in fishing effort. This information is important as it contributes to the knowledge on the distribution and population structure of basking sharks in the Mediterranean basin and plays an important role in the implementation of conservation measures of such protected species. The enthusiastic participation of members of the public in the “Operazione Squalo Elefante” has significantly increased our current knowledge on the presence of the basking shark in Italian waters and generated considerable public awareness. More interviews will be conducted in the future in the region.

Acknowledgements: This work would not have been possible without the generous support of the Foundation Prince Albert II of Monaco and cooperation of the many people who reported their sightings. Our sincere thanks go to all of them, and especially to Adm. De Tullio, T.V. Tommaso Capodiferro, T.V. Mirco Negro and the personnel of Bari, Mola di Bari, Otranto, Gallipoli, Taranto Coast Guard; Sergio Fai (Porto Cesareo MPA); Nicola Ungaro (ARPA Puglia); Ferdinando Boero and Antonio Terlizzi (Salento University); Nicola Zizzo (Bari University); the staff at Ionian Dolphin Conservation and Valeria Lo Presti (Rome University La Sapienza).

References

- DE SABATA E., CLÒ S. (2010) - Public sightings scheme reveals the seasonal presence of *Cetorhinus maximus* around North Sardinia, Italy. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 246-247.
- DE SABATA E., CLÒ S., OLITA A. (2013) - On the occurrence of basking sharks (*Cetorhinus maximus*) in Sardinia in relation to oceanographic variables. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 180-181.
- MANCUSI C., CLÒ S., AFFRONTI M., BRADAI M., HEMIDA F., SERENA F., SOLDI A., VACCHI M. (2005) - On the presence of basking shark (*Cetorhinus maximus*) in the Mediterranean Sea. *Cybium*, **29** (4): 399-405.
- SIMS D.W. (2008) - Sieving a living: a review of the biology, ecology and conservation status of the plankton-feeding basking shark *Cetorhinus maximus*. *Adv. Mar. Biol.*, **54**: 171-220.
- WURTZ M. (ed) (2012) - *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance*. IUCN: 216 pp.

L. FINOTTO, E. RIGINELLA, G.B. GIUSTO¹, M. GRISTINA¹, P. RIZZO¹, C. MAZZOLDI

Dipartimento di Biologia, Università di Padova,
Via U. Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.

carlotta.mazzoldi@unipd.it

¹CNR-IAMC, UOS di Mazara del Vallo, Mazara del Vallo (TP), Italia.

CONFRONTO DELLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DI *SCYLIORHINUS CANICULA* NEL MARE ADRIATICO E NEL CANALE DI SICILIA

CONTRASTING THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF SCYLIORHINUS CANICULA IN THE ADRIATIC SEA AND IN THE SICILY CHANNEL

Abstract - The small spotted catshark, *Scyliorhinus canicula*, showed differences in size and reproductive traits between the northern Adriatic Sea and the Sicily Channel. The northern population presented larger maximum size and size at maturity, and relatively more developed reproductive apparatus than the southern one. The results indicate a latitudinal gradient in size and a different pressure of sexual selection between the two populations.

Key-words: sexual maturity, gonads, reproductive biology, *Scyliorhinus canicula*, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il gattuccio *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) è presente in tutto il Mar Mediterraneo e lungo le coste orientali dalla Norvegia fino alla Costa d'Avorio, dove vive dalle acque più superficiali sino anche a 400 m di profondità. È una specie di piccole dimensioni (lunghezza totale massima: 100 cm), ovipara (Compagno, 1984), nella quale le femmine si possono accoppiare con più maschi, con la conseguente presenza di competizione spermatica (Fitzpatrick *et al.*, 2012). È pescata soprattutto come *bycatch* da pescherecci che operano con lo strascico di fondo (Barausse *et al.*, 2014). Mentre nell'Adriatico settentrionale la specie ha mostrato un importante declino dagli anni '60 ad oggi (Barausse *et al.*, 2014), in altre aree del Mediterraneo le popolazioni appaiono in buono stato di conservazione (Rondinini *et al.*, 2013). Questo studio è focalizzato sull'analisi della biologia riproduttiva del gattuccio in due aree del Mediterraneo, l'Adriatico settentrionale e il Canale di Sicilia.

Materiali e metodi - Tra luglio 2012 e ottobre 2013 sono stati campionati un totale di 485 gattucci, 249 campioni in Adriatico settentrionale (55 maschi e 194 femmine, campionati ogni mese o due mesi da novembre 2012 a ottobre 2013) e 236 in Canale di Sicilia (131 maschi, 105 femmine, campionati in luglio, settembre, ottobre 2012 e ottobre 2013). Per ogni individuo è stato individuato lo stadio di maturità (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012) e sono stati misurati lunghezza (LT) e peso totali (Pt). Inoltre, per le femmine sono stati misurati il peso dell'ovario e delle ghiandole nidamentali e la lunghezza delle vie genitali (ovidotti posteriori + uteri) e per i maschi il peso dei testicoli, la lunghezza dell'epididimo, vescicole seminali e pterigopodi. Per maschi e femmine è stata stimata, attraverso una curva sigmoide, la taglia di maturità sessuale ($L_{m_{50}}$, taglia alla quale il 50% degli individui è maturo), e nelle femmine (102 campionate in Adriatico settentrionale e 16 nel Canale di Sicilia) è stata stimata la fecondità tramite conteggio degli ovociti in ovario.

Risultati - Gli individui campionati erano significativamente più grandi nell'Adriatico rispetto al Canale di Sicilia (test di Mann-Whitney: $Z=11,09$, $p<0,0001$). Nell'Adriatico sono stati pescati quasi esclusivamente individui sessualmente maturi

(N=217), mentre nel Canale di Sicilia sono stati campionati 131 individui immaturi. Anche escludendo dall'analisi gli individui immaturi, la differenza nelle taglie fra le due aree rimane significativa ($Z=5,74$, $p<0,0001$). In entrambe le aree i maschi erano significativamente più grandi delle femmine (Adriatico settentrionale: $Z=2,53$, $p=0,01$; Canale di Sicilia: $Z=2,97$, $p<0,01$). I maschi campionati in Adriatico settentrionale presentavano pterigopodi, testicoli, epididimo e vescicole seminali più sviluppati, in relazione alle dimensioni corporee, rispetto ai maschi campionati nel Canale di Sicilia (ANCOVA analisi della covarianza: pterigopodi: $F_{1,128}=86,89$, $p<0,0001$; testicoli: $F_{1,128}=17,28$, $p<0,0001$; epididimo: $F_{1,128}=175,36$, $p<0,0001$; vescicole seminali: $F_{1,128}=24,91$, $p<0,0001$). Nelle femmine, l'ovario, le ghiandole nidamentali e le vie genitali erano maggiori in relazione alle dimensioni corporee, nei campioni dell'Adriatico settentrionale rispetto a quelli del Canale di Sicilia (ANCOVA: ovario: $F_{1,206}=141,43$, $p<0,0001$; ghiandole nidamentali: $F_{1,215}=40,22$, $p<0,0001$; vie genitali: $F_{1,215}=86,03$, $p<0,0001$). La fecondità delle femmine era compresa, in relazione positiva con le dimensioni della femmina, fra 32 e 126 in Adriatico (LT femmine: 390-480 mm), fra 31 e 101 nel Canale di Sicilia (LT femmine: 365-445 mm). Nei campioni dell'Adriatico le femmine presentano capsule ovigere nei dotti in tutti i mesi di campionamento, ad indicare una prolungata stagione riproduttiva. Le taglie di maturità sono risultate di 401 mm LT (maschi) e 410 mm LT (femmine) nell'Adriatico, 385 mm LT (maschi) e 368 mm LT (femmine) nel Canale di Sicilia.

Conclusioni - I risultati di questo studio evidenziano differenze geografiche fra le due popolazioni di gattuccio. Come riscontrato su più ampia scala geografica (Compagno, 1984), la popolazione più settentrionale presenta taglie massime e di maturità sessuale maggiori rispetto a quella di latitudini minori. Le due popolazioni differiscono anche nelle dimensioni dell'apparato riproduttore, in relazione alla taglia corporea. I dati nel loro insieme suggeriscono differenze nel sistema riproduttivo e, in particolare, nell'intensità della selezione sessuale. Le dimensioni di pterigopodi, testicoli, epididimo e vescicole seminali sono influenzati dal livello di competizione spermatica (Fitzpatrick *et al.*, 2012), di conseguenza il loro maggiore sviluppo nei campioni dell'Adriatico suggerisce un contesto di maggiore competizione spermatica in quest'area rispetto al Canale di Sicilia. Anche il maggiore sviluppo delle vie genitali femminili può essere legato a selezione sessuale, riflettendo un maggior livello di conflitto sessuale (Fitzpatrick *et al.*, 2012). A differenza della maggior parte degli altri elasmobranchi, nel gattuccio i maschi sono più grandi delle femmine, e questo dimorfismo è stato osservato in entrambe le aree.

Bibliografia

- BARAUSSE A., CORREALE V., CURKOVIC A., FINOTTO L., RIGINELLA E., VISENTIN E., MAZZOLDI C. (2014) - The role of fisheries and the environment in driving the decline of elasmobranchs in the northern Adriatic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **71**: 1593-1603.
- COMPAGNO L.J.V. (1984) - Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. *FAO Fish. Synopsis* (II), **125**: 251-265.
- FITZPATRICK J.L., KEMPSTER R.M., DALY-ENGEL T.S., COLLIN S.P., EVANS J.P. (2012) - Assessing the potential for post-copulatory sexual selection in elasmobranchs. *J. Fish Biol.*, **80**: 1141-1158.
- MEDITS (2012) - *Instruction manual. Version 6*: 92 pp. Available at www.sibm.it
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V., TEOFILI C. (2013) - *Lista rossa IUCN dei vertebrati italiani*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma: 54 pp.

L. LANTERI, F. GARIBALDI, A. MANNINI, A. FRANCO, V. CAPPANERA¹,
G. MANARATTI², G. RELINI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
biolmar@unige.it

¹AMP Portofino, Viale Rainusso, 1 - 16038 S.ta Margherita Ligure (GE), Italia.

²Regione Liguria, Settore Politiche Agricole e della Pesca, Via B. Bosco, 15 - 16121 Genova, Italia.

LA PESCA DEL ROSSETTO *APHIA MINUTA* (RISSO, 1918) IN LIGURIA NELLE STAGIONI 2011/12 E 2012/13

THE FISHERY OF APHIA MINUTA (RISSO, 1918) IN THE LIGURIAN AREA DURING THE FISHING SEASONS 2011/12 AND 2012/13

Abstract - The fishery of the transparent goby *Aphia minuta* (Risso, 1918) is allowed from 2011 to 2014 in GSA 9 (Tuscany and Liguria) on the basis of a management plan in derogation to the EU Regulation 1967/2006. Following the Ligurian fleet, the total catch was 614.3 kg in 2011/12 and 1207.3 kg in 2012/2013, with CPUE of 3.6 and 4.7 kg/day/boat respectively; these results accomplished the limit reference point for CPUE in Liguria fixed at 3.65 kg/day/boat by the Management Plan.

Key-words: *Aphia minuta*, transparent goby, CPUE, boat seine, Ligurian Sea.

Introduzione - La pesca del rossetto (*Aphia minuta*) è stata autorizzata nella GSA 9 (Liguria, Toscana) per il triennio 2011-2014, in deroga agli articoli 9 e 13 del Regolamento comunitario 1967/2006, nell'ambito di un Piano di Gestione (PdG) approvato dalla Comunità europea (AA.VV., 2011). Questa tipologia di pesca fa parte di un'antica tradizione ligure, insieme a quella del bianchetto (giovani di *Sardina pilchardus*), ed è stata monitorata fin dai primi anni '90 (Relini *et al.*, 1998; Lanteri *et al.*, 2011). Alla base del PdG vi è il monitoraggio scientifico, che fornendo un quadro dettagliato in tempo reale dell'attività di pesca (rendimenti, by-catch), dello stato della risorsa e dei principali aspetti socio-economici, ha lo scopo di valutarne la sostenibilità per ottenere un prolungamento del periodo di deroga.

Materiali e metodi - Il monitoraggio ha riguardato il rilevamento dei dati di cattura tramite i logbooks depositati in Capitaneria (424 giornate), il prelievo di campioni al momento dello sbarco (10 gg 2011/12; 9 gg 2012/13) e gli imbarchi di ricercatori sui natanti per verificare le zone di pesca, l'utilizzo dell'attrezzo e le eventuali catture accessorie (6 gg 2011/12; 6 gg 2012/13). Sulla base delle catture rilevate è stato calcolato per ciascuna stagione il rendimento (CPUE) in termini di kg/giorno/barca.

Risultati - Nel corso della prima stagione (2011/12) sono stati registrati 169 giorni di pesca, riferiti a 25 imbarcazioni, corrispondenti al 27% dei 94 M/P autorizzati dal PdG in Liguria. Il compartimento di Genova è stato quello più rappresentato, con 17 imbarcazioni attive, seguito da Savona e Imperia con 3 e La Spezia con 2. I rendimenti maggiori sono stati raggiunti da imbarcazioni del centro-levante ligure, a Camogli, Portofino e Sestri Levante. Camogli e Sestri Levante, con più di 390 kg di rossetto sbarcato, hanno costituito circa il 64% delle catture liguri (Tab. 1). Durante la stagione 2012/13 sono stati effettuati 255 giorni di pesca riferiti a 21 imbarcazioni, corrispondenti al 22% dei M/P autorizzati. Il compartimento di Genova rimane quello più rappresentato con 12 imbarcazioni attive, sempre seguito da Imperia con 3, Savona e La Spezia con 2. Diversamente dalla prima stagione i rendimenti maggiori per barca sono stati raggiunti nel ponente ligure (Loano, Bordighera); tuttavia, le

imbarcazioni di Camogli, da sole, hanno realizzato circa il 46% (554 kg) delle catture totali effettuate in Liguria (Tab. 1). Le catture accessorie, in peso, monitorate nel corso degli imbarchi sono state del 10% nel 2011/12 e del 20% nel 2012/13; esse erano costituite principalmente da triglia di fango, sugarello, pagello fragolino, giovanili di *Pagellus* spp. e dal ghiozzetto cristallino (*Crystallogobius linearis*) che rappresenta una tipicità della zona di Portofino e del levante ligure.

Tab. 1 - Sforzo di pesca e rendimenti nelle stagioni 2011/12 e 2012/13.

Effort, yield and CPUE during the fishing seasons 2011/12 and 2012/13.

Porto	N barche		Giornate		Catture (kg)		kg/g/barca	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
PORTOFINO	2	1	3	9	24,0	20,7	8,0	2,3
SESTRI LEVANTE	3	1	31	9	161,4	61,5	5,2	6,8
CAMOGLI	6	6	55	104	231,1	554,0	4,2	5,3
GENOVA DARSENA	2	2	7	5	22,0	6,3	3,1	1,3
GENOVA NERVI	2	2	8	4	16,9	11,4	2,1	2,9
LAVAGNA	1	-	1	-	0,0	-	0,0	-
MONEGLIA	1	-	1	-	0,0	-	0,0	-
Compartimento di Genova	17	12	106	131	455,4	653,9	4,3	5,0
BORDIGHERA	1	3	15	24	80,0	217,0	5,3	9,0
IMPERIA ONEGLIA	1	1	19	26	17,5	22,0	0,9	0,8
SANREMO	1	1	8	16	7,0	26,2	0,9	1,6
Compartimento di Imperia	3	5	42	66	104,5	265,2	2,5	4,0
LOANO	2	2	9	17	30,6	154,0	3,4	9,1
ANDORA	1	-	2	-	3,0	-	1,5	-
Compartimento di Savona	3	2	11	17	33,6	154,0	3,1	9,1
LEVANTO	1	1	6	27	20,8	91,2	3,5	3,4
LERICI	1	1	4	14	0,0	43,0	0,0	3,1
Compartimento di La Spezia	2	2	10	41	20,8	134,2	2,1	3,3
Totale complessivo	25	21	169	255	614,3	1207,3	3,6	4,7

Conclusioni - Nel corso delle prime due stagioni monitorate nell'ambito del PdG, in Liguria le giornate di pesca sono aumentate da 169 a 255, così come le catture totali passate da 614 kg a 1207 kg (Tab. 1). I rendimenti di pesca sono aumentati in tutti e quattro i Compartimenti liguri ed è stato raggiunto un valore medio per la Liguria di 4,7 kg/g/barca nel 2012/13 contro i 3,6 kg/g/barca della stagione precedente, entrambi al limite della soglia di riferimento prevista dal PdG per l'area ligure, che è stata fissata in 3,65 kg/g/barca. Confrontando questi risultati non solo con il passato più remoto (Relini *et al.*, 1998), ma anche più recente (Lanteri *et al.*, 2011), i rendimenti attuali risultano decisamente inferiori, nonostante l'anno di fermo totale (stagione 2010/11) intercorso tra la fine delle precedenti ricerche e l'entrata in vigore del PdG. Questo netto calo della disponibilità della risorsa, osservato anche dagli stessi pescatori, potrebbe essere imputato quindi non tanto alla pressione di pesca, ma ai possibili cambiamenti ambientali provocati dagli intensi apporti di acque dolci, di materiale terrigeno e di materiali diversi di origine antropica verificatisi a partire dall'autunno del 2011 (cfr alluvioni di Genova e Cinque Terre) e proseguiti nel corso degli ultimi autunni/inverni molto piovosi.

Bibliografia

- AA.VV. (2011) - National management plan for derogation to mesh size and distance from the coast (rule EC n. 1967/2006, art. 9 and 13) regarding the use of boat seines for transparent goby (*Aphia minuta*) fishing in GSA 9. *Suppl. Ord. Gazzetta Ufficiale*, n. 192.
- LANTERI L., GARIBALDI F., MANNINI A., FRANCO A., FELETTI M., IERARDI S., RELINI G. (2011) - Catture per unità di sforzo della pesca con la sciabica da natante in Liguria nella stagione di pesca 2009-2010. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 348-349.
- RELINI G., PALANDRI G., RELINI M., GARIBALDI F., TORCHIA G., CIMA C., MASSARO E., PICCONE A., BELLINGERI M. (1998) - Pesca sperimentale del rossetto in Liguria. *Biol. Mar. Mediterr.*, **5** (3): 487-502.

R. LAZZARINI, T. GALVAN, L. CRUCIANI, A. VENDRAMINI

Agriteco s.c., Via Mezzacapo, 15 - 30175 Marghera (VE), Italia.
lazzarini@agriteco.com

DATI PRELIMINARI SULLA CAPACITÀ DI CATTURA DI NASSE PER LA PESCA DELLA SEPPIA (*SEPIA OFFICINALIS* L., 1758) LUNGO LA FASCIA COSTIERA VENETA

*PRELIMINARY DATA ON THE CATCHING EFFICIENCY OF TRAPS FOR CUTTLEFISH (*SEPIA OFFICINALIS* L., 1758) ALONG THE COASTAL AREA OF VENETO*

Abstract - A first evaluation of catching efficiency of cuttlefish traps was made to quantify this seasonal fishery activity given that up to now there is no sure data. The activity concerned the data collection of length and weight of the cuttlefishes, some relationships with weather conditions and the estimate if there were no-target species.

Key-words: *Sepia officinalis*, North Adriatic, traps, weather conditions.

Introduzione - Il Veneto è la prima regione italiana per cattura di seppie (*Sepia officinalis*), rappresentando circa il 19% del totale nazionale, ma negli ultimi decenni la risorsa commercializzata è in costante contrazione: -70% rispetto agli anni '80 (IREPA, 2012). Le seppie sono oggetto di pesca durante tutto l'anno, ma la pratica si intensifica in primavera quando gli esemplari adulti migrano sotto costa per la riproduzione. La pesca viene effettuata con diversi attrezzi, quali reti a traino, attrezzi da posta (Fabi *et al.*, 2001) e lenze. Tradizione delle marinerie centro e nord adriatiche è la pesca della seppia con le nasse, posizionate sui fondali parallelamente alla linea di costa tra i 400 ed i 1.000 metri. La pesca con le nasse è di tipo stagionale (aprile-giugno) ed è praticata da operatori che possono avere anche altre autorizzazioni (draghe idrauliche, strascico, ecc.). Ad oggi non vi sono dati completi sulla produttività della risorsa seppia catturata con nasse, in quanto solo una parte del pescato (20-30%) passa attraverso i mercati ittici all'ingrosso (IZS Abruzzo e Molise, 2009). La necessità di effettuare queste valutazioni deriva dal fatto che, con il divieto della pesca a traino entro le 3 miglia nautiche (Reg. CE 1967/2006), questo tipo di attività ha assunto un carattere economico rilevante per le marinerie locali, ma è spesso in conflitto con gli interventi di tipo strutturale progettati e realizzati lungo la fascia costiera (barriere sommerse artificiali, dragaggi, porti turistici, ecc.) che in alcuni luoghi limitano fortemente l'areale di pesca delle seppie con le nasse.

Materiali e metodi - Tra metà aprile ed inizio giugno 2013, durante la stagione di pesca alla seppia con nasse, sono state effettuate 8 uscite su base settimanale tra i litorali di Jesolo e Sottomarina con imbarcazioni di pescatori professionali per monitorare i quantitativi di pescato catturati (seppie e specie accessorie) ed i principali parametri morfometrici delle catture (dimensioni e pesi medi, mediante l'analisi di sub-campioni di circa 30-40 esemplari nel caso di quantitativi importanti) ed il condizionamento del meteo sulla quantità di pescato. Il peso delle seppie pescate (totale e sub-campioni) è stato registrato con dinamometro digitale (precisione 10 g), mentre la lunghezza del mantello (LM) è stata determinata con l'ausilio di un software di analisi di immagini, dopo aver fotografato le seppie su un ittiometro.

Risultati - Nel 2013, dopo aver valutato e validato le domande pervenute, le Capitanerie di Porto Venete hanno rilasciato 193 autorizzazioni per la pesca con le

nasse ad imbarcazioni in possesso della licenza per attrezzi da posta, le quali hanno sistemato ufficialmente circa 73.000 trappole (media di circa 380 nasse/unità, a fronte delle 600 massime consentite per imbarcazione con più di un operatore a bordo). Complessivamente durante i monitoraggi sono state indagate oltre 2.000 nasse, con un quantitativo totale di seppie analizzato pari a 563,5 kg ($70,4 \pm 55,9$ kg medi di risorsa ad uscita, max. di 158,4 kg registrato il 15 maggio). Le dimensioni ed il peso individuale dei cefalopodi sono diminuiti gradualmente passando da $12,1 \pm 2,0$ cm (LM) e $219,9 \pm 91,8$ g di inizio monitoraggio (aprile) a $11,2 \pm 1,5$ cm (LM) e $170,8 \pm 49,7$ g del 7 giugno (ultimo sub-campione). Le specie accessorie sono risultate assai esigue nelle catture e costituite soprattutto da orate, *Sparus aurata* Linnaeus, 1758 e saraghi, *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758), ed alcune di esse sono interessanti, in quanto fino a pochi anni fa non abituali della fascia costiera ravvicinata del Veneto, quali astici, *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758), squali, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), gronghi, *Conger conger* (Linnaeus, 1758) e calamari, *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798. Osservando l'andamento dei quantitativi di seppie pescati tra aprile e giugno sono stati osservati due momenti di flesso, ad inizio ed alla fine di maggio, con una capacità di cattura che si attestava rispettivamente a 0,3 e 0,5 es/nassa/giorno, a fronte di massimi registrati di circa 1 esemplare/nassa/giorno a metà maggio ed in giugno. Queste diminuzioni delle catture sono coincise con il passaggio di perturbazioni di particolare intensità identificate come n°5 del mese di aprile e n°7 del mese di maggio.

Conclusioni - La sperimentazione effettuata nella primavera 2013 ha permesso di evidenziare i seguenti aspetti della pesca delle seppie con attrezzi da posta (nasse):

- *Il rendimento medio di pesca* delle nasse lungo la fascia costiera veneta è stato di 0,7 esemplari di seppia per nassa al giorno, con un peso di circa $140-150 \pm 43,2$ g/nassa/giorno.
- *La capacità di cattura* dipende dai fattori ambientali-climatici, quali condizioni meteo e temperatura dell'acqua, ed in particolare da brusche variazioni climatiche (IZS Abruzzo e Molise, 2009).
- *Dimensioni e peso medi* diminuiscono con il trascorrere della stagione, in linea con quanto descrive la letteratura scientifica sul presente tema (Ghirardelli, 1947).
- *Le catture accessorie* sono assai modeste, a vista in condizioni vitali ottime tanto che sono state prontamente liberate.

Bibliografia

- FABI G., GRATI F., LUCCHETTI A., SCARCELLA G. (2001) - Osservazioni preliminari sulle catture di *Sepia officinalis* con tre attrezzi da posta in medio Adriatico. *Biol. Mar. Mediterr.*, **8** (1): 660-664.
- GHIRARDELLI E. (1947) - Nota sulla variazione di dimensioni delle seppie durante il periodo estivo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, N.S. **2** (1): 116-124.
- IREPA (2012) - *Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2011*. Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 252 pp.
- IZS ABRUZZO E MOLISE (2009) - *Valutazione dell'incidenza delle variazioni climatiche nelle acque costiere abruzzesi e studio sulla produttività di Sepia officinalis (L. 1758)*. Relazione finale.

C. MANFREDI^{1,2}, M. VALLISNERI¹, M. STAGIONI^{1,2}, I. ISAJLOVIĆ³, S. MONTANINI^{1,2}

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences (BiGeA), University of Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italy.
chiara.manfredi3@unibo.it

²Laboratory of Marine Biology and Fisheries of Fano, University of Bologna, Italy.

³Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia.

DEPTH DISTRIBUTION OF GURNARD SPECIES (SCORPAENIFORMES: TRIGLIDAE) FROM GSA 17

DISTRIBUZIONE BATIMETRICA DEI TRIGLIDI DEL NORD-CENTRO ADRIATICO

Abstract - The depth distributions of three gurnard species, *Chelidonichthys cuculus*, *Eutrigla gurnardus* and *Trigloporus lastoviza*, were analysed using MEDITS data in Adriatic Sea. Abundance were related to depth stratum showing species specific differences: different bathymetric distribution were highlighted for recruits and spawners of *C. cuculus* while no different pattern were found for *E. gurnardus* and *T. lastoviza*.

Key-words: *Triglidae, Adriatic Sea, depth distribution.*

Introduction - Red gurnard (*Chelidonichthys cuculus* Linnaeus, 1758), grey gurnard (*Eutrigla gurnardus* L., 1758) and streaked gurnard (*Trigloporus lastoviza* Bonnaterre, 1788) are three Triglidae species occurring in Mediterranean and included in the list of target species of the MEDITS project (Relini *et al.*, 2008). Despite these species are the object of many studies about growth, sexual maturity, feeding habits and morphological and behavioural peculiarities for the Adriatic area (northeastern Mediterranean), there is still a lack of knowledge on the factors affecting the distribution of populations. The goal of this study is to estimate bathymetric distribution of these species and to evaluate the difference in depth distribution within species between recruits and spawners.

Materials and methods - Data were collected in the North-Central Adriatic Sea (GSA17) during MEDITS bottom trawl surveys carried out from 2002 to 2012. Catches data were standardized per km² in order to compute abundance indices (N/km²). Abundance indices were analysed as mean value of all sampled hauls per bathymetric stratum (25 meters depth stratum breaks) for whole population, recruits (first cohort identified by means of Bhattacharya's method) and spawners (L_{50} from maturity ogive, Vallisneri *et al.*, 2012). Non parametric Spearman's correlation rank test was used to test the differences in bathymetric distribution among years and to compare the depth distribution of recruits and spawners.

Results and conclusions - No different distributions by species were found among years, all annual bathymetric distributions being significantly correlated to each other. For each species, threshold length for recruits and spawners identification and depth distribution were summarized in Tab. 1. About *C. cuculus* (catches depth range: 32-292 m) the trend of abundance of recruits by depth strata was different from that of spawners ($r = -0.15$, $p = 0.66$). Recruits were found at shallower depth (mostly between 76-150 m) while adults were observed at greater depth (mostly deeper than 150 m) (Fig. 1a). For *E. gurnardus* (catches depth range: 14-266 m) no differences about trend of abundance along depth were found between recruits and spawners, their depth abundances varying concordantly ($r = 0.94$, $p < 0.001$; greatest abundance between 51-150 m) (Fig. 1b). For *T. lastoviza* (catches depth range: 17-158 m) no differences in bathymetric distribution were found between recruits and spawners,

their depth abundance being strictly correlated ($r=1$, $p<0.001$; greatest abundance between 26-100 m) (Fig. 1c). In conclusion bathymetric distribution showed intra- and inter-specific pattern linked to biological and ecological behaviour of gurnard species, highlighting for *C. cuculus* preference for deeper water according to Tsimenides *et al.* (1992) and Marriot *et al.* (2010). *C. cuculus* recruits and spawners show preference for areas at different depth, as also observed in other seas (Serena *et al.*, 1990).

Tab. 1 - Threshold length, bathymetric range and n. of specimens analysed of recruits and spawners.

Dati biometrici e intervallo di profondità ripartiti per reclute e riproduttori.

Gurnard species	TL (mm) range	N° samples	Min depth (m)	Max depth (m)	Depth of peak density (m)
<i>C. cuculus</i> recruits	≤ 110	1533	32	182	76 - 150
<i>C. cuculus</i> spawners	≥ 160	1226	58	292	>150
<i>E. gurnardus</i> recruits	≤ 100	1679	16	266	51 - 150
<i>E. gurnardus</i> spawners	≥ 135	1934	16	219	51 - 150
<i>T. lastoviza</i> recruits	≤ 110	1579	17	130	26-100
<i>T. lastoviza</i> spawners	≥ 140	1071	19	142	26-100

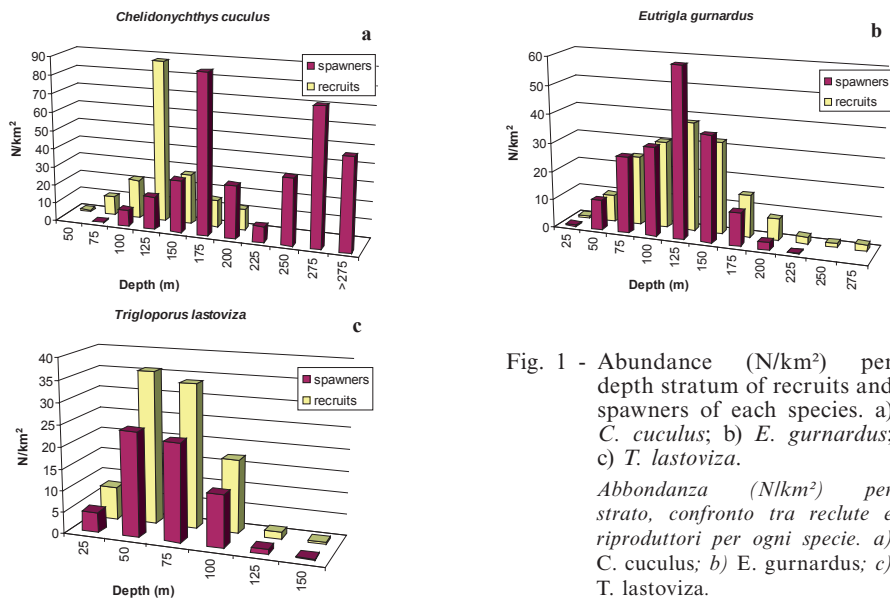


Fig. 1 - Abundance (N/km²) per depth stratum of recruits and spawners of each species. a) *C. cuculus*; b) *E. gurnardus*; c) *T. lastoviza*.

Abbondanza (N/km²) per strato, confronto tra reclute e riproduttori per ogni specie. a) C. cuculus; b) E. gurnardus; c) T. lastoviza.

References

- MARRIOTT A.L., LATCHFORD J.W., MCCARTHY I.D. (2010) - Population biology of the red gurnard (*Aspitrigla cuculus* L.; Triglididae) in the inshore waters of Eastern Anglesey and Northwest Wales. *J. Appl. Ichthyol.*, **26**: 504-512.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU M. (eds) (2008) - Medits Instruction Manual. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (2): 1-78.
- SERENA F., BAINO R., VOLIANI A. (1990) - Distribuzione dei triglidi (Osteichthyes, Scorpaeniformes), nell'Alto Tirreno. *Oebalia*, **16** (1) (Suppl.): 169-278.
- TSIMENIDES N., MACHIAS A., KALLIANIOTIS A. (1992) - Distribution patterns of triglids (Pisces: Triglididae) on the Cretan shelf (Greece), and their interspecific associations. *Fish. Res.*, **15**: 83-103.
- VALLISNERI M., MONTANINI S., STAGIONI M. (2012) - Size at maturity of triglid fishes in the Adriatic Sea, northeastern Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.*, **28**: 123-125.

C. MANZO, L. CILENTI, A. FABBROCINI, G. PAZIENZA, S. PELOSI, R. D'ADAMO

Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), UOS Lesina,
Via Pola, 4 - 70010 Lesina (FG), Italia.
cristina.manzo@fg.ismar.cnr.it

RIPRODUZIONE E CONDIZIONE DELL'ACCIUGA
ENGRAULIS ENCRASICOLUS (L., 1758) NEL MEDIO ADRIATICO
REPRODUCTIVE TRAITS AND CONDITION STATUS OF ANCHOVY
ENGRAULIS ENCRASICOLUS (L., 1758)
FROM THE MIDDLE ADRIATIC SEA

Abstract - Specimens of *Engraulis encrasicolus* (Osteichthyes: Clupeiformes) (Linnaeus, 1758) were collected monthly from the Adriatic purse seine fishery from June to December 2013 in order to study the reproductive traits and the condition of the population. Temporal trend of gonadosomatic index and macroscopic examination of the maturity stages of gonads show that the temporal changes in anchovy condition appear to be related to the sexual cycle. Furthermore, anchovy seems not separate feeding and reproduction over the time.

Key-words: *Engraulis encrasicolus*, reproductive biology, gonadosomatic index, condition, Adriatic Sea.

Introduzione - L'acciuga, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), è una tra le specie più importanti per la pesca nel Mare Adriatico. È una specie *batch spawner* con una lunga stagione riproduttiva, che va da aprile a ottobre (Morello e Arneri, 2009). Tutti gli aspetti della riproduzione di questa specie sono fortemente influenzati dai fattori ambientali. Infatti, la temperatura e la presenza e abbondanza di cibo sembrano guidare le dinamiche riproduttive dell'acciuga nel tempo e nello spazio (Palomera, 1992; Regner, 1996). In questo contesto, l'obiettivo del presente studio è stato di analizzare la condizione e le principali caratteristiche riproduttive dell'acciuga nel medio Adriatico.

Materiali e metodi - Tra giugno e dicembre 2013, campioni mensili (2 kg) di acciughe provenienti da catture commerciali effettuate per mezzo di ciancioli sono stati raccolti presso la marineria di Ortona. In laboratorio per ciascun individuo sono stati rilevati i seguenti parametri: lunghezza totale del corpo (LT), peso totale (PT), peso eviscerato (PE) e peso delle gonadi (PG). Per ciascun individuo sono stati determinati a livello macroscopico anche il sesso e il grado di maturazione sessuale usando una versione semplificata della scala di Holden e Raitt (1974). L'indice gonadosomatico (GSI) è stato determinato mensilmente per i due sessi separati secondo l'espressione $GSI = PG * 100 / PE$. La condizione delle acciughe è stata determinata sempre su base mensile utilizzando l'indice di condizione di Fulton ($CF = PE / LT^3$).

Risultati - Le taglie e i pesi delle acciughe esaminate durante il periodo di studio erano compresi tra 9,9 e 16,1 cm LT e tra 6,48 e 29,28 g. La distribuzione mensile delle frequenze in classi di taglia è stata sempre unimodale con la moda compresa tra 12 e 14 cm. L'osservazione macroscopica della maturazione gonadica ha evidenziato la presenza di maschi con gonadi immature in tutto il periodo di studio con percentuali molto basse (3-7%). Nei mesi di giugno e luglio, la maggior parte dei maschi analizzati era in pre-emissione gonadica. Maschi in emissione sono stati ritrovati tra giugno e settembre con la percentuale più alta registrata in agosto (63%). Nel mese di settembre, il 50% dei maschi era in post-emissione, e a ottobre quasi tutti i maschi avevano terminato la riproduzione. La maggior parte delle femmine

campionate era in pre-emissione da giugno ad agosto. Femmine in emissione sono state trovate dal mese di giugno, raggiungendo la percentuale più alta in agosto (42%) per poi diminuire fino a ottobre. A settembre la preponderanza delle femmine era in post-emissione, e nel mese di dicembre tutte le femmine esaminate avevano smesso di deporre le uova. L'indice gonadosomatico, calcolato per ciascun sesso, ha mostrato lo stesso andamento temporale sia per i maschi sia per le femmine con i valori più alti trovati tra giugno e agosto e i più bassi tra settembre e dicembre (Fig. 1). Il fattore di condizione ha mostrato un aumento da giugno a luglio, quando ha raggiunto il valore massimo per entrambi i sessi (Fig. 1). I valori dell'indice sono poi diminuiti, in modo più rilevante nelle femmine, raggiungendo il valore minimo nel mese di settembre. Nei mesi successivi, i valori del CF sono nuovamente aumentati per entrambi i sessi.

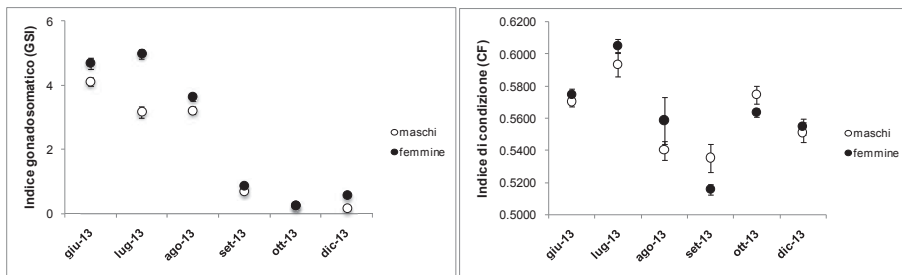


Fig. 1 - Andamento temporale dell'indice gonadosomatico (media $\pm$ ES) (sinistra) e dell'indice di Fulton (media $\pm$ ES) (destra) in *E. encrasicolus*.

Temporal variation of the gonadosomatic index (mean $\pm$ SE) (left) and of Fulton's index (mean $\pm$ SE) (right) in *E. encrasicolus*.

Conclusioni - Per il periodo di studio, i dati sulla maturità gonadica indicano che la stagione riproduttiva dell'acciuga si protrae fino a settembre nel medio Adriatico con un picco dell'attività riproduttiva nel mese di luglio. Oltre a ciò, i risultati evidenziano come le variazioni temporali nella condizione dell'acciuga sembrano essere direttamente legate non solo alla disponibilità dell'alimento ma anche al ciclo sessuale (Millán, 1999). Infatti, i bassi valori del CF alla fine del periodo riproduttivo sono una chiara evidenza dell'energia che è stata spesa per la riproduzione. L'aumento della condizione nel momento di più intensa attività riproduttiva sembra viceversa indicare che le acciughe continuano ad alimentarsi anche durante la stagione riproduttiva (Lisovenko e Adrianov, 1996; Millán, 1999). L'analisi istologica delle gonadi e del contenuto stomacale, al momento in corso, offrirà un quadro ancora più chiaro.

Bibliografia

- HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of Fisheries Science Part 2. Methods of resource investigation and their application. *FAO Fisheries Technical Paper*, **115**: 255 pp.
- LISOVENKO L.A., ADRIANOV D.P. (1996) - Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Suppl. 2): 209-218.
- MILLÁN M. (1999) - Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). *Fish. Res.*, **41**: 73-86.
- MORELLO E.B., ARNERI E. (2009) - Anchovy and sardine in the Adriatic Sea - An ecological review. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **47**: 209-256.
- PALOMERA I. (1992) - Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the northwestern Mediterranean relative to hydrographic features in the region. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **79**: 215-223.
- REGNER S. (1996) - Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60**: 167-177.

A. MASSARO, A. LIGAS¹, P. CARBONARA²

APLYSIA Soc. coop. a r.l., Via Menichetti, 35 - 57121 Livorno, Italia.
andreamassaro@live.it

¹AFBI - Agri-Food and Biosciences Institute, 18a Newforge Lane, Belfast, Northern Ireland, UK.

²COISPA Tecnologia & Ricerca, Via dei Trulli, 18-20 - 70126 Torre a Mare (BA), Italia.

ACCRESIMENTO DELLA BOGA, *BOOPS BOOPS* (LINNEO, 1758), NEL MAR LIGURE E NEL MAR TIRRENO CENTRO-SETTENTRIONALE

GROWTH OF BOGUE, BOOPS BOOPS (LINNAEUS, 1758), FROM LIGURIAN AND NORTH CENTRAL TYRRHENIAN SEA

Abstract - Age and growth of bogue, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) (*Osteichthyes, Sparidae*), have been estimated by otolith reading and modal progression analysis. Specimens have been collected from commercial fisheries monitoring and by experimental trawl surveys (MEDITS) in GSA 9. Fast growth rate was observed and no significant differences were found by sex and between the two methods.

Key-words: *Boops boops*, growth, age determination, otolith reading, Ligurian and Central-northern Tyrrhenian Seas.

Introduzione - La boga, *Boops boops* (Linneo, 1758), è una specie demersale presente in tutto il Mar Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico (Bauchot e Hureau, 1986). Studi sull'età e l'accrescimento della boga nel Mar Mediterraneo sono stati effettuati precedentemente per le coste tunisine (Khemiri *et al.*, 2005; Anato e Ktari, 1986), egiziane (Hassan, 1990), per l'Adriatico settentrionale (Alegria-Hernandez, 1989) e per le coste di Cipro (Livadas, 1989). Tuttavia in altre aree del Mediterraneo le conoscenze sull'accrescimento di questa specie sono ancora molto limitate. In questo contesto, l'obiettivo del presente lavoro è stato determinare l'età e l'accrescimento di *B. boops* nel Mar Ligure e Tirreno centro-settentrionale, attraverso la lettura degli otoliti e l'analisi delle frequenze di taglia.

Materiali e metodi - Esemplari di boga sono stati raccolti dal 2008 al 2012 nella sub-area geografica FAO GFCM GSA 9 (Mar Ligure e Mar Tirreno centro-settentrionale) durante le attività svolte nell'ambito della Raccolta Dati sulla Pesca (Reg. CE 199/2008). La determinazione dell'età è stata effettuata tramite lettura diretta degli otoliti interi sotto luce riflessa, immersi in acqua di mare, utilizzando uno stereomicroscopio collegato ad un sistema di analisi di immagine (OPTIMAS 6.2). Per la stima dell'età sono state contate le bande traslucide (ialine) dal centro dell'otolite al margine dorsale posteriore della parte distale. Le distribuzioni di taglia (Lunghezza Totale, LT, al mezzo cm inferiore) dei campioni provenienti dalle campagne MEDITS dal 2008 al 2012 sono state analizzate con il programma ELEFAN I (pacchetto FISAT II - Gayanilo *et al.*, 1996). I risultati ottenuti con i due approcci sono stati utilizzati per stimare i parametri della curva di crescita di von Bertalanffy: L_{∞} (lunghezza asintotica), k (tasso di crescita) e t_0 (età teorica in cui la lunghezza è pari a 0). Il test di Chen (Chen *et al.*, 1992) è stato impiegato per valutare eventuali differenze tra i parametri di crescita ottenuti con i due metodi e per confrontare la crescita tra sessi ottenuta con la lettura degli otoliti.

Risultati - Sono stati analizzati 279 otoliti, appartenenti a 153 femmine, 103 maschi e 23 esemplari di sesso indeterminato, compresi tra 14,0 e 25,5 cm LT. L'età massima stimata per entrambi i sessi è di 5 anni, corrispondente a un esemplare femmina di 25 cm LT e ad un maschio di 25,5 cm LT. Un campione di 1354 individui (447 femmine, 77 maschi e 330 indeterminati), compresi tra 10,0 e 28,0 cm LT, è stato utilizzato per l'analisi delle distribuzioni di taglia. I parametri di crescita ottenuti con i due metodi

sono riportati in Tab. 1. Il test di Chen non ha evidenziato differenze significative nell'accrescimento tra maschi e femmine ($F=1,689$; $p>0,05$). Non sono state riscontrate differenze significative nei risultati ottenuti con i due metodi ($F=1,862$; $p>0,05$).

Tab. 1 - Parametri di crescita, metodologia e valore di Φ' per *B. boops* da differenti località del Mediterraneo. M=maschi, F=femmine, I=indeterminati.

*Growth parameters (L_{∞} , k and t_0), growth performance (Φ') and using aging methods of *B. boops* from some localities in Mediterranean Sea. M=males; F=females; I=unsexed.*

Studi	Regione	Sesso	Metodologia	L_{∞}	k	t_0	Φ'
Presente studio	FAO GFCM (GSA) 9	M+F+I	Otoliti	26,0	0,40	-1,20	2,43
		M		25,0	0,43	-1,00	2,42
		F		25,5	0,43	-1,20	2,44
		M+F+I	Elefan I	26,5	0,37	-1,00	2,41
		M		26,0	0,39	-0,90	2,42
		F		25,4	0,37	-1,10	2,37
Khemiri <i>et al.</i>	Golfo di Tunisi	M/F	Otoliti	28,7	0,20	-1,41	2,22
Hassan	Egitto	M/F	Scaglie	29,8	0,18	-1,33	2,20
Alegria - Hernandez	Adriatico	M/F	Otoliti	33,2	0,17	-1,48	2,28
Anato e Ktari	Tunisia	M/F	Otoliti	32,3	0,11	-1,69	-
Livadas	Cipro	M/F	Scaglie	24,0	0,53	-0,45	-

Conclusioni - Il presente lavoro fornisce prime informazioni sulla crescita della boga nella GSA 9 basate sulla lettura degli otoliti e sulle frequenze di taglia. I risultati ottenuti con i due approcci indipendenti risultano essere comparabili tra loro e descrivono un rapido tasso di accrescimento di *B. boops*, con valori di k più alti rispetto a quelli stimati in altre aree del Mediterraneo (Alegria-Hernandez, 1989; Hassan, 1990; Khemiri *et al.*, 2005). Al momento, non è possibile stabilire se le differenze in termini di k ed L_{∞} osservate tra i risultati del presente lavoro e quelli di studi precedenti siano imputabili a differenti approcci nelle letture e nell'interpretazione del primo anno, oppure siano interpretabili come differenze di accrescimento dovuto a differenti risposte dello stock alla mortalità di pesca nelle diverse aree investigate. Per questo motivo appare ancora più evidente la necessità di pianificare studi di determinazione dell'età e di validazione che coinvolgano più aree del Mediterraneo, al fine di acquisire conoscenze più accurate sulla dinamica di accrescimento di questa specie.

Bibliografia

- ALEGRIA-HERNANDEZ V. (1989) - Study on the age and growth of bogue, *Boops boops* (L. 1978), from the central Adriatic Sea. *Cybium*, **13** (3): 281-288.
- ANATO C.B., KTARI M.H. (1986) - Age et croissance de *Boops boops* (Linné, 1758) poisson téléostéen Sparidae des cotes tunisiennes. *Bull. Instit. Nat. Scient. Techn. Oceanogr. Pêche Salammbô*, **13**: 33-54.
- BAUCHOT M.L., HUREAU J.C. (1986) - Sparidae. 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*. Vol. 2. UNESCO, Paris: 883-907.
- CHEN Y., JACKSON D.A., HARVEY H.H. (1992) - A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Can. J. Aquat. Fish. Sci.*, **49**: 1228-1235.
- GAYANILO F.C.Jr., SPARRE P., PAULY D. (1996) - FAO-ICLARM Stock assessment tools (FISAT) user's manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, **8**: 126 pp.
- HASSAN M.W.A. (1990) - *Comparative biological studies between two species of family Sparidae, Boops boops and Boops salpa in Egyptian Mediterranean waters*. Tesi, Facoltà di Scienze, Università di Alexandria: 198 pp.
- KHEMIRI S., GAAMOUR A., ZYLBERBERG L., MEUNIER F., ROMDHANE M.S. (2005) - Age and growth of bogue, *Boops boops* in Tunisian waters. *Acta Adriat.*, **46** (2): 159-175.
- LIVADAS R.J. (1989) - The growth and maturity of bogue (*Boops boops* L.) Family Sparidae, in waters of Cyprus. *FAO Fisheries Report*, **412**: 52-57.

M. MEREU, B. AGUS, A. ALVITO, G. ATZORI, M. FOIS, D. CUCCU

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,
Via T. Fiorelli, 1 - 09126 Cagliari, Italy.
cuccu@unica.it

ARTIFICIAL DENS FOR *OCTOPUS VULGARIS* CUVIER, 1797 IN THE SARDINIAN SEA

TANE ARTIFICIALI PER OCTOPUS VULGARIS CUVIER, 1797 NEL MAR DI SARDEGNA

Abstract - Monitoring on 244 artificial dens from 2011-2013 in the Sardinian Sea, showed that *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopoda) chose them as shelters (40.72%), staying inside (86.67%) or leaving only signs of its occupation (13.33%). The 58.97% of the dens with animals inside had spawning females, with their eggs completed the embryological development. These preliminary results suggest the use of artificial dens in fishing management to protect the octopus stocks.

Key-words: artificial dens, *Octopus vulgaris*, spawning, Sardinian Sea.

Introduction - Octopus catches in the last decade have shown a negative trend as also reported globally (FAO, 2013; IREPA, 2012). Recent studies have expanded the knowledge on the species, as regards some reproductive aspects (Cuccu *et al.*, 2013a,b) in order to give fishing management suggestions to protect the stock. In this line, in Sardinia Region, which represents the largest Italian producer of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, there is a regional project based on the introduction of artificial dens designed to provide additional refuges for the species. In this note we report the preliminary results on the octopus's behaviour in the presence of these artificial dens put on the sea floor in an area of central western Sardinian.

Materials and methods - In the years 2011, 2012 and 2013, 244 artificial dens (60 terracotta pots and 184 PVC tubes), spaced 15 metres from each other, were placed at a depth of 38-42 metres on the sea floor in a central-western Sardinian area, where fishing has been banned by a Regional decree. During the summer of each year, exceptionally in 2011 up to December, the dens were monitored by two operators by video census, with a minimum interval of 15 days.

Results - Overall, 40.72% of the artificial dens of both types have been used as a refuge by *O. vulgaris*, with a variable frequency in the three years (Tab. 1). The dens were considered occupied when inhabited by the animal (86.67%) and when they presented stones and the remains of bivalves indicating their use as a temporary shelter (13.33%). In 58.97% of the inhabited dens, the entrance was closed by a solid and well engineered protective barrier and inside there was a female with clusters of laid eggs, cemented on the ceiling of the dens (Fig. 1). In each of them, temporal monitoring showed the constant presence of mothers active in parental care and the development of eggs, which change from creamy white to grey-brown. Incontestable signs of hatchability were the presence of the remains of the strings of eggs.

Conclusions - Albeit preliminary and with all the limitations related to the weather and sea conditions, the results confirm the effectiveness of artificial dens for the species *O. vulgaris*, as temporary shelters (recognizable by the signs of the animal transit) and/or as safe sites for spawning, parental care and development of the eggs. The monitoring has shown the presence of females in parental care from July to October according to the period of full sexual maturity (April - August) observed for this gender in the Sardinian waters (Cuccu *et al.*, 2013a,b). In the case

of spawning, the validity of artificial dens is more important, because the choice of the site is irreversible; in fact, females, attach their eggs on the ceiling and stay there until they hatch. It should be noted that the presence of the operators who made changes to the protective barriers in the entrance of the dens, may have hindered the use of others dens. The results of the experiment, in line with what has been achieved in the Aegean Sea with the use of octo artificial reefs (Ulaş *et al.*, 2011), encourage the use of these dens in management fishing plans to protect the spawning and in general the stocks of *Octopus vulgaris*.

Tab. 1 - Details of artificial dens experimentation in the Sardinian Sea related to the *Octopus vulgaris* behaviour, in the period 2011-2013; () females in parental care.

Dettagli sulla sperimentazione di tane artificiali nel mare di Sardegna e sul loro utilizzo da parte di Octopus vulgaris nel triennio di monitoraggio 2011-2013; () femmine in cure parentali.

Monitoring period	N° pots	N° tubes	% occupied dens	Mode of occupation		Females in parental care	
				<i>Octopus</i> inside	Transit signs	Temporal range	% of the total dens
2011 June-December		99	38.38%	81.58% (62.50%)	18.42%	July-October	14.14%
2012 July-September	20	45	55.38%	86.11% (70.97%)	13.89%	July-September	33.85%
2013 June-August	40	40	28.07%	100% (45.16%)	-	July-August	15.54%
Total	60	184	40.72%	86.67% (58.97%)	13.33%	July-October	20.81%



Fig. 1 - Pot occupied by *Octopus vulgaris* (A); tubes with signs of the species transit (B) and with female in parental care (C).

Anfora occupata da Octopus vulgaris (A); tubi con segni di passaggio della specie (B) e con la femmina attiva nelle cure parentali (C).

References

- CUCCU D., MEREU M., CAU A.L., PESCI P., CAU A. (2013a) - Reproductive development versus estimated age and size in a wild Mediterranean population of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae). *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **93** (3): 843-849.
- CUCCU D., MEREU M., PORCU C., FOLLESA M.C., CAU A.L., CAU A. (2013b) - Development of sexual organs and fecundity in *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 from the Sardinian waters (Mediterranean Sea). *Medit. Mar. Sci.*, **14** (2): 270-277.
- FAO (2013) - *Global production statistics 1950-2011*. United Nations Food and Agriculture Organization: <http://firms.fao.org/gfcm/topic/17105/en>.
- IREPA (2012) - *Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2011*. Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 252 pp.
- ULAŞ A., LOK A., OZAN DUZBASTILAR F., OZGUL A., METIN C. (2011) - A new artificial reef design for octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) in the Aegean preliminary results. *Braz. J. Oceanogr.*, **59**: 21-25.

M. MION, C. PIRAS, O. GIOVANARDI

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale,
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.
monicamion@gmail.com

DINAMICHE DI CRESCITA DI *MULLUS BARBATUS* L., 1758
E *SEPIA OFFICINALIS* L., 1758
IN RELAZIONE AL “FERMO PESCA BIOLOGICO”

GROWTH DYNAMICS OF *MULLUS BARBATUS* L., 1758
AND *SEPIA OFFICINALIS* L., 1758
IN RELATION TO THE SUMMER TRAWLING BAN

Abstract - This study investigates the length-frequency distribution and growth of *Mullus barbatus* and *Sepia officinalis*, two relevant target species for demersal trawlers in the Northern Adriatic Sea, after the summer trawling ban. We conclude that an extension in the duration of the ban could allow a higher portion of population to reach a commercial length for ensuring sustainable exploitation.

Key-words: length-frequency distribution, *Mullus barbatus*, *Sepia officinalis*, Northern Adriatic Sea.

Introduzione - Nel contesto Mediterraneo, l'arresto temporaneo delle attività di pesca ha come principale obiettivo ridurre lo sforzo di pesca durante le fasi più vulnerabili del ciclo di vita delle principali specie *target* della pesca demersale (ad esempio il reclutamento; Caddy, 1993). Poiché la pesca a strascico mediterranea è multi-specifica, il periodo e la durata ottimali del fermo dovrebbero essere modulati in modo da tenere conto dei diversi periodi di riproduzione e reclutamento delle principali specie *target* (Caddy, 1993). In questo lavoro, condotto nell'ambito del progetto di ricerca partecipativa FP7 GAP2, è stato eseguito uno studio sulla distribuzione di taglia di *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 e *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758 catturate dopo il fermo biologico (16 luglio-27 agosto 2012) per valutare le dinamiche di crescita nel periodo immediatamente successivo al fermo biologico.

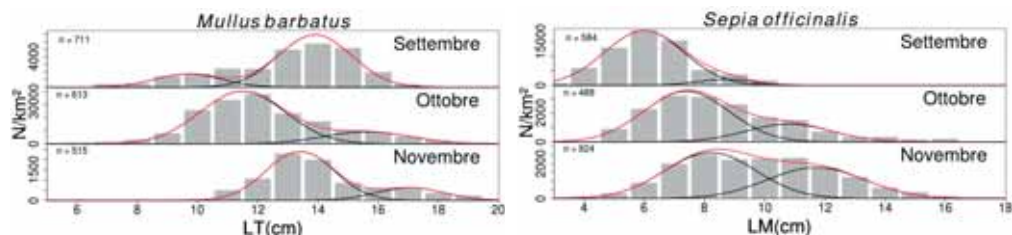
Materiali e metodi - Al fine di studiare la struttura di taglia delle popolazioni di *M. barbatus* e *S. officinalis* sono stati realizzati 7 imbarchi con osservatori a bordo di 4 motopescherecci con strascico a divergenti operanti all'interno delle acque della Regione Veneto (per un totale di 40 cale monitorate) nel periodo settembre-novembre 2012. Sono stati raccolti dati sul campo al fine di ricostruire le distribuzioni di taglia-frequenza (LFD) mensili, in termini di abbondanza per km². Le LFD sono state scomposte attraverso il metodo di Bhattacharya, utilizzando il pacchetto statistico FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1996), attribuendo alle diverse componenti normali individuate distinti gruppi di età (pseudo-coorti, Gayanilo *et al.*, 1996). Il peso medio di ciascuna pseudo-coorte è stato stimato utilizzando i parametri della relazione lunghezza-peso di Manfrin e Giovanardi (1984, in FAO-Adriamed), per *S. officinalis* e Marano (1996, in FAO-Adriamed) per *M. barbatus*.

Risultati - Le LFD per entrambe le specie presentano una struttura bimodale (Tab. 1, Fig. 1). Nel periodo compreso tra settembre e novembre 2012 è stato osservato per *M. barbatus* un incremento medio mensile della prima pseudo-coorte di $1,9 \pm 0,1$ cm in taglia (LT) e $8,6 \pm 2,2$ g in peso, mentre per quanto concerne *S. officinalis*, l'incremento medio mensile è stato di $1,1 \pm 0,4$ cm in taglia (LM) e $21,8 \pm 3,3$ g in peso.

Tab. 1 - Principali parametri statistici della LFD stimati mediante il metodo di Bhattacharya.

Main LFD statistical parameters estimated with the Bhattacharya method.

Pseudo-coorte	Mese	<i>Mullus barbatus</i>					<i>Sepia officinalis</i>				
		Media LT(cm)	DS	No.	Sep. Index	R ²	Media LM(cm)	DS	No.	Sep. Index	R ²
1	Settembre	9,7	1,1	4857,8	n.a.	1,0	6,0	1,3	61334,8	n.a.	1,0
2	Settembre	13,9	1,2	20944,5	2,4	1,0	8,7	0,9	4615,9	2,2	0,9
1	Ottobre	11,5	1,4	14286,4	n.a.	0,9	7,4	1,4	12377,9	n.a.	1,0
2	Ottobre	15,6	1,4	3316,1	2,2	0,9	10,8	1,4	4350,68	2,1	0,8
1	Novembre	13,4	1,1	6773,13	n.a.	1,0	8,2	1,5	9998,0	n.a.	1,0
2	Novembre	17,1	1,1	1742,42	2,2	0,8	11,7	1,6	7181,0	2,3	0,9

Fig. 1 - Distribuzione di frequenza delle lunghezze di *M. barbatus* e *S. officinalis* (n=numero individui misurati). Dati fishery dependent relativi alla pesca con strascico a divergenti (Sett-Nov 2012).

Length-frequency distributions of *M. barbatus* and *S. officinalis* (n=number of individuals measured). Fishery dependent data collected from otter trawling (Sept-Nov 2012).

Conclusioni - Le analisi confermano che alla conclusione del “fermo biologico” nelle catture dello strascico demersale è presente un’incidenza elevata di organismi giovanili al di sotto della taglia di prima maturità, di 12 cm LT per *M. barbatus* (Vrgoč *et al.*, 2004, in FAO-Adriamed) e di 10 cm LM per *S. officinalis* (Manfrin e Giovanardi, 1984, in FAO-Adriamed). In questo periodo gli individui giovanili presentano elevati tassi di accrescimento ed individualmente possono aumentare il proprio peso in modo rilevante in breve tempo (Fiorentino *et al.*, 1998). Lo strascico costiero risulta infatti responsabile del prelievo intensivo dei giovanili di queste due specie caratterizzate da un reclutamento estivo strettamente costiero, per poi espandere il proprio areale verso profondità maggiori nei mesi autunnali dove vengono pescate prima di raggiungere la maturità sessuale (Mandić, 1984, in FAO-Adriamed; Abella *et al.*, 1996). L’estensione del periodo di interruzione dell’attività di pesca, unitamente ad una regolamentazione delle quote di cattura e/o sforzo di pesca, potrebbe quindi concorrere ad uno sfruttamento più razionale delle risorse. L’effetto di tale misura si tradurrebbe inoltre nell’aumento del numero di individui che raggiungono la taglia di prima maturità sessuale, con effetti benefici sul successivo reclutamento.

Bibliografia

- ABELLA A., VOLIANI A., LAZZERETTI A., SILVESTRI R. (1996) - Analisi della distribuzione geografica per taglia di *Mullus barbatus*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **3** (1): 520-521.
- CADDY J.F. (1993) - Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, **57**: 121-130.
- FAO-ADRIAMED - <http://www.faoadriamed.org/Italy/html/Species/EntryPage.html>.
- FIORENTINO F., ZAMBONI A., ROSSI M., RELINI G. (1998) - The growth of the red mullet (*Mullus barbatus*, L. 1758) during the first years of life in the Ligurian Sea (Mediterranean). In: Leonart J. (eds), *Dynamique des populations marines*. CIHEAM, Zaragoza: 65-78.
- GAYANILO F.C., SPARRE P., PAULY D. (1996) - The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) users’guide. *FAO computerized information series (fisheries)*. FAO, Rome: 126 pp.

S. MONTANINI^{1,2}, M. STAGIONI^{1,2}, S. TOMMASINI¹, M. VALLISNERI¹

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italy.

²Laboratory of Marine Biology and Fisheries, Fano (PU), University of Bologna, Italy.
stefano.montanini2@unibo.it

DIET AND FEEDING STRATEGY OF STREAKED GURNARD *TRIGLOPORUS LASTOVIZA* IN NORTHERN-CENTRAL ADRIATIC SEA

ABITUDINI ALIMENTARI DI TRIGLOPORUS LASTOVIZA IN ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE

Abstract - The stomach contents of 136 samples of streaked gurnard, *Trigloporus lastoviza* (Osteichthyes: Scorpaeniformes) carried out in the Northern-Central Adriatic Sea, have been analyzed to describe the diet, feeding strategy and niche width components. Results suggested that the species was an opportunistic bottom feeder with a relative broad niche, preying primarily on benthic crustaceans.

Key-words: *Trigloporus lastoviza*, Adriatic Sea, diet, feeding strategy, niche breadth.

Introduction - The streaked gurnard *Trigloporus lastoviza* (Bonnaterre, 1788) is included in the list of target species of MEDITS project since 1998. It occurs in North-Central Adriatic Sea where it's mainly distributed in the central and eastern part of the North Adriatic and in the channel area from Split to Dubrovnik, generally down to 100 m. Few biological data are available on Adriatic sea (Vallisneri *et al.*, 2010). The diet of the species was investigated in the Southern-Eastern Mediterranean (Greece, Terrats *et al.*, 2000) and in Southern Mediterranean (Gulf of Tunis, Ben Jrad *et al.*, 2010); it was mainly composed by crustaceans, mostly mysids and decapods. The aim of the present study was to contribute to the knowledge of the feeding habits of this species in order to understand its ecological role in the demersal communities.

Materials and methods - 136 samples of streaked gurnard were collected in the Northern-Central Adriatic Sea by four seasonal bottom trawl surveys (GRUND-winter 2007-2008 and MEDITS-summer 2008 and 2012). Specimens were measured to the nearest mm (TL, total length), weighed to the nearest 0.1 g and sex was determined by gonadic macroscopic evaluation according to the code of sexual maturity for fish (Relini *et al.*, 2008). Samples were dissected and stomachs were removed and preserved in 70% ethanol for stomach content analysis. The contribution of each prey item was expressed as percentage by number (%N), weight (%W), frequency of occurrence (%F), index of relative importance (%IRI). Prey-specific abundance index (%PSA) plotted against occurrence of prey species was computed to study feeding strategy according to Amundsen *et al.* (1996). Levins index was employed to measure diet breadth (Levins, 1968). Seasonally fullness index was calculated and tested by chi-squared test ($p < 0.05$). Multivariate analysis (principal component analysis (PCA); non metric multidimensional scaling (nMDS) plot) and cluster analysis (based on Bray-Curtis index) were carried out on prey numeric and weight abundance classes to discovered possible feeding patterns.

Results - The size of the 136 streaked gurnards examined ranged from 108 to 221 mm TL. According to sex determination all samples were adult specimens and 61 females, 39 males and 36 not determined (sex not evaluated) were recorded. A total of 52 different food items were found in the diet and classified into seven main categories. Almost the entire diet of this species based on crustaceans malacostraca

(%N=93.7; %W=98.6; %F=94.1; %IRI=99.7) while other taxa were classified as accessory prey (Tab. 1). The feeding strategy diagram showed that most of the specimens of gurnards preferred different prey species and only a small fraction of predators feed on single or few species. The niche width computed on preys category number (n=52) reached high value $B=8.99$, displaying relative wide niche breadth. About fullness index, no differences were observed between winter and summer ($X\text{-squared}=4.486$, $df=3$, $p\text{-value}=0.214$). PCA and nMDS multivariate statistics as well Cluster analysis didn't show feeding patterns linked to season, sex and class size.

Tab. 1 - Diet of *T. lastoviza*. %N=percentage by number; %W=percentage by weight; %F=frequency of occurrence; %IRI=index of prey relative importance; %PSA=prey specific abundance.

Dieta di T. lastoviza. %N=numero percentuale; %W=peso percentuale; %F= frequenza di ritrovamento; %IRI=indice di importanza relativa; %PSA (abbondanza specifica).

TAXA	%N	%W	%F	%IRI	%PSA
Malacostraca	93.68	98.58	94.12	99.71	25.43
Ostracoda	0.39	0.12	0.74	<0.01	6.1
Bivalvia	2.14	0.28	11.03	0.15	1.92
Cephalopoda	1.46	0.64	7.35	0.09	4.5
Gastropoda	0.68	0.19	3.68	0.02	2.35
Teleostei	0.87	0.12	5.88	0.03	2.31
Bryozoa	0.29	0.06	1.47	<0.01	1.49
Algae: Phaeophyceae	0.1	0.01	5.88	<0.01	0.95
Foraminifera	0.29	<0.01	2.21	<0.01	0.03
Cnidaria: Hydrozoa	0.1	<0.01	0.74	<0.01	0.04

Conclusions - The diet of streaked gurnard was in line with feeding habits of other coastal benthic populations in the Mediterranean, characterized by large amount of different prey items. Malacostraca decapods were the most frequent prey items according to literature (Terrats *et al.*, 2000; Ben Jrad *et al.*, 2010) while other prey items were recorded as accessory ones. The species showed an opportunistic predator behaviour classified as bottom feeder fish with a broad niche width. This feeding behaviour was showed for other gurnards which using free rays of pectoral fin as feelers over the sea bottom (Wheeler, 1969).

References

- AMUNDSEN P.A., GAMBLER H.M., STALDVIK F.J. (1996) - A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, **48**: 607-614.
- BEN JRAD L., FEHRI-BEDOUI R., BEN SLAMA S., BEN HASSINE O.K. (2010) - Reproduction and diet of *Trigloporus lastoviza* (Triglidae) in the Gulf of Tunis. *Cybiu*, **34** (4): 353-365.
- LEVINS R. (1968) - *Evolution in Changing Environments*. Princeton University Press: 120 pp.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU M. (eds) (2008) - *Medit Instruction Manual. Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 2): 78 pp.
- TERRATS A., PETRAKIS G., PAPACONSTANTINOU C. (2000) - Feeding habits of *Aspitrigla cuculus* (L., 1758) (red gurnard), *Lepidotrigla cavillone* (Lac., 1802) (large scale gurnard) and *Trigloporus lastoviza* (Brunn., 1758) (rock gurnard) around Cyclades and Dodecanese Islands (E. Mediterranean). *Medit. Mar. Sci.*, **1**: 91-104.
- VALLISNERI M., MONTANINI S., STAGIONI M. (2010) - Length-weight relationships for the family Triglidae in the Adriatic Sea, northeastern Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.*, **26**: 460-462.
- WHEELER A. (1969) - *The Fishes of the British Isles and North-West Europe*. Michigan State University, East Lansing, Michigan.

F. QUATTROCCHI, G. GAROFALO, G. DI STEFANO*, A. TITONE, G.B. GIUSTO, G. D'ANNA*

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC), UOS di Mazara del Vallo,
Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.
germana.garofalo@iamc.cnr.it

*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC), Sede di Castellammare del Golfo, Trapani, Italia.

VARIABILITÀ MORFOLOGICA DELLA TRIGLIA DI FANGO (*MULLUS BARBATUS*, LINNAEUS, 1758) LUNGO LA COSTA NORD-OCCIDENTALE DELLA SICILIA

PATTERN OF MORPHOLOGICAL VARIATION OF RED MULLET (MULLUS BARBATUS, LINNAEUS, 1758) ALONG THE NORTH-WESTERN SICILY

Abstract - A morphometric analysis was carried out among red mullet specimens collected in 3 localities along the NW Sicily. Geometric morphometrics and multivariate statistical techniques were used to investigate the effect on the shape of red mullet specimens which use resources from coastal sandy-muddy bottoms and gravel-detritic grounds. Significant morphological differences were detected between specimens inhabiting the different types of substrata.

Key-words: geometric morphometrics, *Mullus barbatus*, Tyrrhenian Sea.

Introduzione - Studi sulla morfologia dei pesci hanno evidenziato come le condizioni ambientali possano modellare la forma del corpo al fine di ottimizzare l'uso degli habitat in cui gli individui vivono (Mamuris *et al.*, 1998; Antonucci *et al.*, 2009). La triglia di fango *Mullus barbatus*, L., 1758, è una specie demersale capace di predare sia su fondali sabbio-fangosi costieri sia su substrati ghiaiosi e detritici profondi della platea continentale del Mediterraneo. La capacità delle triglie di utilizzare le risorse di habitat diversi, ci ha indotto ad esplorare differenze morfologiche fra individui che vivono in località che differiscono per il tipo di substrato.

Materiali e metodi - Complessivamente 150 triglie sono state catturate tra agosto e settembre 2013 in tre località lungo la costa nord-occidentale della Sicilia: Golfo di Castellammare (GC), Isola delle Femmine (IF), Isola di Levanzo (IL). Per eliminare gli eventuali effetti dovuti al sesso e alla taglia, sono stati selezionati, per ogni località, 35 esemplari femmina di *M. barbatus* con lunghezza totale simile (media $\pm$ d.s.: 17,4 cm $\pm$ 1,4 cm). Nel GC le triglie sono state catturate su sabbia fangosa alla profondità di 20-30 m mentre ad IF ed IL su sabbia ghiaiosa e fondi detritici a 60-80 m di profondità. Ogni individuo è stato misurato, pesato e fotografato sul lato sinistro del corpo secondo un protocollo standardizzato. Le immagini sono state processate con il software TpsDig2 digitalizzando e sottoponendo ad Analisi Generalizzata di Procrustes (GPA) (Rolph e Slice, 1990) 15 *landmarks* posizionati lungo il contorno di ogni esemplare. Alle coordinate di Procrustes sono state applicate: l'analisi delle componenti principali (PCA) per esaminare le misure maggiormente responsabili della variabilità delle forme, e l'analisi discriminante lineare (LDA) per individuare i pattern di variabilità morfometrica dei campioni. La percentuale di individui correttamente classificati (accuratezza) per ogni località è stata calcolata con la cross-validazione di tipo *leave-one-out*. L'analisi multivariata della varianza (MANOVA) è stata applicata alle coordinate di Procrustes per testare l'ipotesi che non vi fossero differenze di forma tra i gruppi. Il *p-value* del Goodall F-test, è stato utilizzato per testare le differenze a coppie fra i gruppi.

Risultati - La prima componente della PCA spiega il 52,6% della varianza dei dati e permette di evidenziare una variabilità in termini di forma, maggiore per gli

individui provenienti da IL e GC rispetto a quelli provenienti da IF. Solo l'8,2% della variabilità è spiegata dalla seconda componente della PCA. La prima discriminante della LDA spiega una percentuale di separazione del 58,5% fra GC e IF (Fig. 1). La forma delle triglie appare più tozza nella parte cefalica in GC rispetto a quella più affusolata ottenuta ad IF. La seconda componente discrimina, con una percentuale pari al 41,5%, IF e GC da IL dove le triglie mostrano una forma più tozza del corpo nella parte posteriore (Fig. 1).

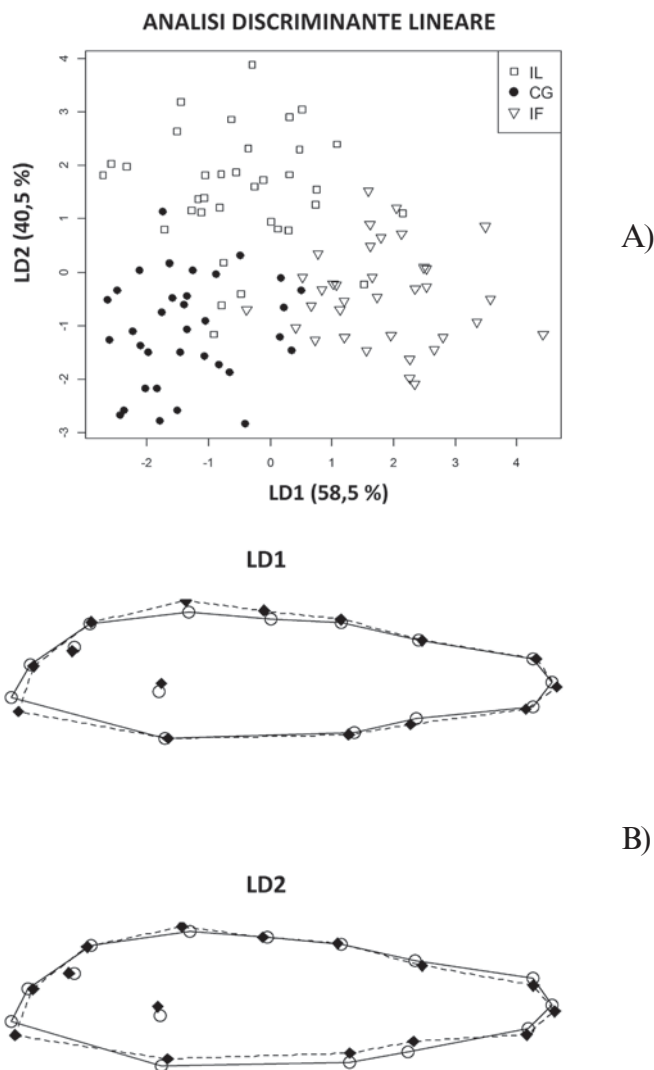


Fig. 1 - A) Plot dei primi due assi (LD1, LD2) dell'analisi discriminante lineare (LDA). CG=Golfo di Castellammare; IF=Isola delle Femmine; IL=Isola di Levanzo. B) Grid delle deformazioni corrispondenti ai valori estremi lungo gli assi della LDA: i cerchi e la linea continua corrispondono al valore massimo, i rombi e la linea tratteggiata ai valori minimi.

A) Plot of the first two axes (LD1, LD2) of linear discriminant analysis (LDA). CG=Golfo di Castellammare; IF=Isola delle Femmine; IL=Isola di Levanzo. B) The deformation grids correspond to the extreme values along the axes (LD1, LD2) of LDA: circles and solid line correspond to the maximum values, diamonds and dashed line to the minimum values.

La cross-validazione mostra una percentuale di individui correttamente classificati nei tre gruppi pari all'89,5%. In particolare l'accuratezza di classificazione è più elevata (94,3%) in IF e più bassa (85,7%) in IL. La MANOVA rivela differenze significative per la forma delle triglie nelle tre località ($p\text{-value}<0,01$). Il confronto a coppie *a posteriori* evidenzia differenze significative fra le triglie di GC se confrontate con IL e con IF ($p\text{-value}<0,01$) ma nessuna differenza significativa ($p\text{-value}>0,05$) emerge tra IL e IF.

Conclusioni - La morfologia delle triglie del Golfo di Castellammare differisce da quella degli esemplari prelevati nelle altre due località. La differenza potrebbe essere attribuita ad una modifica di parte del corpo mirata ad ottimizzare la ricerca di prede in habitat con diversi tipi di substrati (Mamuris *et al.*, 1998; Mahe *et al.*, 2014). Grufolare alla ricerca di cibo su substrati ghiaiosi e detritici di Isola delle Femmine e Isola di Levanzo potrebbe aver modellato alcune parti (cefalica e caudale) del corpo in modo differente rispetto alle triglie che predano su substrati più fini e fangosi del Golfo di Castellammare. I risultati di questo studio sono preliminari e necessitano di una indagine più approfondita sul possibile effetto di altri fattori ambientali sulla morfologia della specie. Analisi genomiche sugli stessi esemplari sono in corso per verificare se è presente una differenziazione in termini di stock.

Bibliografia

- ANTONUCCI F., COSTA C., AGUZZI J., CATAUDELLA S. (2009) - Ecomorphology of morpho-functional relationships in the Family of Sparidae: a quantitative statistic approach. *J. Morphol.*, **270** (7): 843-855.
- MAHE K., VILLANUEVA M.C., VAZ S., COPPIN F., KOUBBI P., CARPENTIER A. (2014) - Morphological variability of the shape of striped red mullet *Mullus surmuletus* in relation to stock discrimination between the Bay of Biscay and the eastern English Channel. *J. Fish Biol.*, **84** (4): 1063-1073.
- MAMURIS Z., APOSTOLIDIS A.P., PANAGIOTAKI P., THEODOROU A.J., TRIANTAPHYLLIDIS C. (1998) - Morphological variation between red mullet populations in Greece. *J. Fish Biol.*, **52**: 107-117.
- ROHLF F.J., SLICE D. (1990) - Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst. Zool.*, **39** (1): 40-59.

L'attività descritta nel presente lavoro è stata finanziata dal Progetto Bandiera RITMARE.

H. RACZ LORENZ, G. POLIZZI¹, B. ZAVA¹, D. MASSI², F. FIORENTINO²

South Arenal Grande 2082 - 11800 Montevideo, Uruguay.

¹Wilderness studi ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italy.

²CNR-IAMC UOS di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italy.
daniela.massi@iamc.cnr.it

FIRST RECORD OF *NOTOMYXINE TRIDENTIGER* (GARMAN, 1899) (MYXINIFORMES, MYXINIDAE) IN URUGUAYAN WATERS

PRIMO RITROVAMENTO DI NOTOMYXINE TRIDENTIGER (GARMAN, 1899) (MYXINIFORMES, MYXINIDAE) IN ACQUE URUGUAIANE

Abstract - Four specimens from 442 to 490 mm total length of *Notomyxine tridentiger* (Garman, 1899) (Myxiniformes, Myxinidae) were caught by trawling off Uruguay coasts from December 2013 to February 2014. According to the available literature, these specimens are the first records for the Uruguayan waters.

Key-words: *Myxiniformes*, *Notomyxine tridentiger*, Uruguay, South Western Atlantic.

Introduction - According to Knapp *et al.* (2011), hagfishes represent an ancient and unique evolutionary lineage that plays an important role in maintaining the overall health of the aquatic ecosystems. Due to their vulnerability to fishing pressure and habitat degradation a better knowledge of their biology and a more effective management of fisheries and environment are urgently needed to ensure the hagfishes' survival. The first myxinid species that was recorded in the Uruguayan waters (Mincarone, 2001) is *Nemamyxine kreffti* McMillan & Wisner, 1982 (two specimens: the first collected in 1927 at 35°24'S-53°40'W, 110 m depth and the second collected in 1972 at 34°34'S-52°25'W, 80 m depth). According to the literature two myxinid species, *Myxine australis* Jenyns, 1842 and *Eptatretus menezesi* Mincarone, 2000, are present in the deep waters off Uruguay (Knapp *et al.*, 2011; Mincarone, 2011). The Argentine hagfish *Notomyxine tridentiger* (Garman, 1899) is distributed off the south coast of South America, from northern Argentina (off Buenos Aires) to southern Chile, including the Strait of Magellan and Tierra del Fuego (Mincarone, 2011). Knowledge of *N. tridentiger* biology is based only on a few specimens. The last museum record dates back to 1983. This species seemed to be abundant in the past but it has not been recorded in more recent experimental surveys and in fisheries bycatch (Mincarone, 2011). *N. tridentiger* was studied by Nani and Gneri (1951) on the basis of 11 specimens. As regard the Argentinean waters, the northernmost record of this species is related to a catch of June 24th 1983 off Mar del Plata (37°7'S-54°85'W, 119 m depth). According to the information from fishermen, *N. tridentiger*, called "babosa de mar", is often caught by local trawlers. The present note reports a recently catch of four individuals in the Uruguayan waters.

Materials and methods - The first specimen was caught on December 22nd 2012, by trawl net of the Montevideo's fishing boat "Nilton I" off Banco del Cabezon, Uruguay (approximate coordinates 35°40'S-53°20'W) on muddy bottom at 75 m depth. The second capture, one specimen, was obtained in the same area, on January 8th 2014, at 80 m depth. Other two specimens were captured in the same area on February 24th 2014, at 80 m depth. The four specimens were identified according to Nani and Gneri (1951), Fernholm (1998) and Mincarone (2007). All specimens were

measured as total length (TL) in mm, examined for sex, maturity stage and pattern of colours and photographed. The specimens will be prepared and stored with the label numbers Nt1 in the Museo Civico di Storia Naturale di Comiso (Ragusa) collection and Nt2-Nt4 in the Wilderness collection.

Results - Considering the four specimens examined in the present study, it was not possible to determine the sex for Nt1 (442 mm TL) and Nt2 (458 mm TL). The specimens Nt3 (468 mm TL) and Nt4 (490 mm TL) were two mature females with eggs. Nt3 contained 6 eggs ranging from 24.5×6.6 to 26×7 mm; Nt4 contained only two yellow eggs with brown anchor filaments (28×7 mm). The colours pattern of the fresh specimens was: body reddish brown with ventral region slightly lighter; rostrum and barbels dark; mouth with pale margin, distal margin of ventral finfold whitish; mouth gill apertures, pharyngocutaneous duct opening, and slime pores with whitish margins.

Conclusions - Observed sizes at maturity were shorter than those reported in the literature. The 11 females examined by Nani and Gneri (1951) ranged from 405 to 575 mm TL. Those longer than 500 mm TL were mature with eggs ranging from 24.5×6.6 to 28×8 mm. Furthermore our findings extend northwards the known distribution of *N. tridentiger* in south-eastern Atlantic Ocean. As for most hagfish species, the Uruguayan specimens were captured on the soft mud bottoms of the continental shelf at depths ranging from 70 to 80 meters. These four specimens were caught jointly with the following fish species: *Merluccius australis* (Hutton, 1872), *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907, *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913), *Congiopodus peruvianus* (Cuvier, 1829), *Helicolenus lahillei* Norman, 1937, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758), *Callorhynchus callorynchus* (Linnaeus, 1758), *Discopyge tschudii* Heckel, 1846 and *Torpedo puelcha*, Lahille, 1926.

Acknowledgements: We are grateful to Mario Perré and Jorge Luis Frutos, Montevideo, Uruguay, who provided the specimens and to I.U.C.N. who provided the distribution data.

References

- FERNHOLM B. (1998) - Hagfish systematics. In: Jorgensen J.M., Lomholt J.P., Weber J.P., Malte H. (eds), *The biology of Hagfishes*. Chapman and Hall, London: 33-44.
- KNAPP L., MINCARONE M.M., HARWELL H., POLIDORO B., SANCIANGCO J., CARPENTER K. (2011) - Conservation status of the world's hagfish species and the loss of phylogenetic diversity and ecosystem function. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **21**: 401-411.
- MINCARONE M.M. (2001) - Further description of the hagfish *Nemamyxine krefftii* McMillan & Wisner, 1982 (Agnatha, Myxinidae). *Mare Magnum*, **1** (1): 19-22.
- MINCARONE M.M. (2007) - *Revisao Taxonomica da Familia Myxinidae Rafinesque, 1814 (Myxiniformes)*. Tese de Doutorado, Porto Alegre, RS, Brasil.
- MINCARONE M.M. (2011) - *Notomyxine tridentiger*. IUCN 2013. Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org.
- NANI A., GNERI F.S. (1951) - Introducion al estudio de los myxinoideos sudamericanos. Un nuevo Genero de Babosa de mar, *Notomyxine* (Classe Mixini, Familia Myxinidae). *Rev. Inst. Nac. Invest. Cie. Nat.*, **1**: 183-224.

B. REALE, M. SBRANA, C. VIVA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina e Ecologia Applicata "G. Bacci" (C.I.B.M.),
Viale Nazario Sauro, 4 - 57127 Livorno, Italia.
reale@cibm.it

BIOMASSA CATTURATA E SBARCATA DI ALCUNE SPECIE NELLA PESCA A STRASCICO DEL MAR LIGURE E DEL TIRRENO CENTRO-SETTENTRIONALE

CAUGHT AND LANDED BIOMASS OF SPECIES COLLECTED BY TRAWLING IN THE LIGURIAN AND NORTHERN AND CENTRAL TYRRHENIAN SEAS

Abstract - Total catches and discard ratio estimators of two trawl fisheries of GSA 9 in the year 2012 were analysed. The biomass of unwanted catches was estimated in order to evaluate if it will exceed "de minimis" provisions, according to the new European rules on landing obligation (Reg. UE n. 1380/2013).

Key-words: fishery policy, trawling, Ligurian Sea, northern and central Tyrrhenian Sea.

Introduzione - Il nuovo regolamento europeo sulla Politica Comune della Pesca (Reg. UE n. 1380/2013) pone particolare attenzione sulle misure atte a ridurre le catture "non volute" e ad eliminare gli scarti in mare che incidono in modo negativo sullo sfruttamento delle risorse biologiche marine e sugli ecosistemi marini (Kelleher, 2005). Per il Mediterraneo è previsto l'obbligo di sbarco ("landing obligation") di tutte le specie soggette a quote di cattura e di quelle soggette a taglie minime (Reg. CE 1967/2006). Il presente lavoro fornisce informazioni sulla stima della biomassa di alcune specie catturate a strascico nella GSA 9 che rientrano nei casi previsti di "landing obligation".

Materiali e metodi - Nella Sub-Area Geografica (GSA 9), Mar Ligure e Mar Tirreno centro-settentrionale, nel corso delle attività della Raccolta Dati alieutici della UE per l'anno 2012, sono stati raccolti mediante imbarchi a bordo con frequenza trimestrale dati sulla quantità e composizione in specie delle catture e delle relative quantità sbarcate e rigettate a mare. Le osservazioni hanno interessato i mestieri a strascico "pesca demersale" (OTB_DES) e "pesca mista" (OTB_MDD). Per ogni specie è stato calcolato il tasso di scarto annuale, "ratio estimator" (RE), espresso come rapporto tra la biomassa scartata e quella commercializzata e la varianza corrispondente secondo le formulazioni proposte da Cochran (1977). Il tasso di scarto moltiplicato per i quantitativi totali sbarcati nella GSA ha permesso la stima della biomassa totale rigettata.

Risultati - In Tab. 1 sono riportate, per i due mestieri indagati, le biomasse commercializzate e scartate, il tasso di scarto e la percentuale di scarto rispetto alla cattura totale per tutte le specie osservate aventi una taglia minima di conservazione. Le specie catturate dal mestiere "demersale" presentano in molti casi un tasso di scarto elevato, soprattutto quelle con scarso valore commerciale quali i sugarelli, *Trachurus mediterraneus* e *T. trachurus*, ed i piccoli pelagici. Il nasello, *Merluccius merluccius*, sebbene presenti un tasso di scarto più basso, contribuisce sensibilmente alla biomassa totale scartata (126 t su 403 t). Nel mestiere "pesca mista" i tassi di scarto sono risultati molto bassi o pari a zero. Anche in questo caso valori più elevati sono stati rilevati per *T. mediterraneus*, mentre in termini di biomassa totale rigettata è risultata sempre *M. merluccius* la specie più rilevante.

Tab. 1 - Biomassa commercializzata e scartata, tasso di scarto (RE) e percentuale di scarto.
Landed and discarded biomasses, discard ratio (RE) and percentage of discard.

Metier	Specie	Sbarcato (t)	RE	Scarto (t)	Cattura totale (t)	% scarto
OTB_DES	<i>Engraulis encrasicolus</i>	120	0,53	63	183	34,47
	<i>Merluccius merluccius</i>	565	0,22	126	691	18,23
	<i>Mullus barbatus</i>	586	0,04	25	611	4,12
	<i>Mullus surmuletus</i>	39	0,00	0	39	0,10
	<i>Nephrops norvegicus</i>	74	0,00	0	74	0,40
	<i>Pagellus erythrinus</i>	101	0,23	23	125	18,70
	<i>Parapenaeus longirostris</i>	483	0,01	6	489	1,19
	<i>Sardina pilchardus</i>	29	0,42	12	41	29,63
	<i>Solea vulgaris</i>	45	0,00	0	45	0,00
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	23	0,84	20	43	45,53
	<i>Trachurus trachurus</i>	121	1,05	127	248	51,31
	TOTALE	2187		403	2589	15,56
Metier	Specie	Sbarcato (t)	RE	Scarto (t)	Cattura totale (t)	% scarto
OTB_MDD	<i>Engraulis encrasicolus</i>	4		0	4	0,00
	<i>Merluccius merluccius</i>	86	0,12	10	96	10,60
	<i>Mullus barbatus</i>	44		0	44	0,00
	<i>Mullus surmuletus</i>	8		0	8	0,00
	<i>Nephrops norvegicus</i>	101	0,01	1	102	0,80
	<i>Pagellus erythrinus</i>	13		0	13	0,00
	<i>Parapenaeus longirostris</i>	132	0,01	1	133	1,00
	<i>Sardina pilchardus</i>	0		0	0	0,00
	<i>Solea vulgaris</i>	2		0	2	0,00
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	4	0,57	2	6	36,20
	<i>Trachurus trachurus</i>	18		0	18	0,00
	TOTALE	411		14	425	3,38

Conclusioni - L'ammontare della biomassa soggetta all'obbligo di sbarco per le sole specie per cui è stata stabilita una taglia minima di conservazione si attesta su valori di 403 t per il mestiere OTB_DES e 14 t per OTB_MDD, corrispondenti al 15% e al 3% delle catture totali stimate; si tratta di quantitativi non trascurabili soprattutto nel caso della pesca "demersale". Premesso che l'esenzione dal landing obligation ("*de minimis*") pari al 5% del totale, richiede ulteriori chiarimenti come evidenziato dal rapporto STECF 13-23 (2013), circa l'applicazione alla singola specie o al totale delle catture, al singolo mestiere o attrezzo, sono anche da definire le modalità di gestione a bordo dei pescherecci, di utilizzo e di smaltimento di tali quantità una volta sbarcate.

Bibliografia

- COCHRAN W.G. (1977) - *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons, New York, USA: 428 pp.
 KELLEHR K. (2005) - Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper*, **470**: 131 pp.
 SCIENTIFIC, TECHNICAL AND ECONOMIC COMMITTEE FOR FISHERIES (STECF) (2013) - *Landing obligation in EU fisheries (STECF-13-23)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 26330 EN, JRC 86112: 115 pp.

E. RUSSO, C. PICCINETTI

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Università di Bologna,
Via Zamboni, 33 - 40126 Bologna, Italia.
ennio.russo@studio.unibo.it

NUOVE CONSIDERAZIONI SULLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELL'ALICE EUROPEA, *ENGRAULIS ENCRASICOLUS* (L., 1758), NEL MARE ADRIATICO A PARTIRE DA SERIE STORICHE DI DATI

NEW CONSIDERATIONS ABOUT THE EUROPEAN ANCHOVY, ENGRAULIS ENCRASICOLUS (L., 1758), REPRODUCTIVE BIOLOGY IN THE ADRIATIC SEA BY MEANS HISTORICAL DATA SERIES

Abstract - Two decades of data collected by the Laboratory of Marine Biology and Fisheries of the University of Bologna in collaboration with the Zoological Institute of the University of Trieste and the Oceanography and Fishery Institute of Split were analyzed in order to obtain new information not only about the distribution areas of anchovies' eggs and adults but also about the persistence of the reproduction areas along the spawning season, from April to September.

Key-words: clupeoid fisheries, fish eggs, spawning grounds, spawning seasons.

Introduzione - Specie ecologicamente fondamentale (Palomera *et al.*, 2007), importante risorsa dal punto di vista economico nel Mare Adriatico (Cingolani *et al.*, 1996), l'alice, *Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758, è oggetto di grande interesse scientifico; l'analisi di dati raccolti durante venti campagne di pesca (1976-1995) ha consentito di ottenere un'indicazione sulle aree con le maggiori densità di uova nel corso della stagione riproduttiva e di ipotizzare un pattern di distribuzione e spostamento degli adulti.

Materiali e metodi - Le uova di alice sono state raccolte in doppio obliquo con un retino "BONGO" 20 in un'area di 101.700 km² nella porzione di mare al di sopra della trasversale Gargano-Kotor. Una volta pescate, sono state fissate in formalina al 4%, contate e studiate in laboratorio. Per ogni stazione di campionamento nei diversi anni è stata calcolata la densità di uova, suddivisa poi in determinati intervalli ("0", "1-100", "100-500", "500-1000", "più di 1000" uova/m³) per definire delle aree di densità con il supporto del software QGIS. Una volta divisi i campionamenti per mese, si è calcolato il numero medio di uova/m² relativo ai periodi di aprile, aprile-maggio, giugno, luglio, luglio-agosto, agosto-settembre e settembre. Per una migliore determinazione delle aree di persistenza e distribuzione, con QGIS il nord e il centro dell'Adriatico sono stati suddivisi in otto aree, in ognuna delle quali si è calcolata la percentuale media di uova nei diversi periodi della stagione riproduttiva.

Risultati - La densità di uova presenta una dinamica bimodale, con due picchi di densità, a giugno e agosto; a luglio invece si nota una lieve flessione. Da settembre il numero di uova/m² cala drasticamente. Sovrapponendo in QGIS le aree di distribuzione delle uova da aprile a settembre, si ottiene una mappa delle aree di persistenza relative ai cinque intervalli di densità precedentemente definiti. Si nota una mancanza pressoché costante di uova a livello della porzione più settentrionale della fossa sud-adriatica e in corrispondenza, o poco al di sotto, della fossa di Pomo. Anche se una bassa concentrazione si rileva in tutto l'Adriatico studiato, quando si analizzano intervalli di maggiore densità si nota che le aree di persistenza si localizzano al di sopra della trasversale che unisce Pesaro alla punta dell'Istria. Per ottenere una stima della concentrazione di uova (indipendente dal numero di stazioni

considerate nelle otto aree in cui il centro e medio Adriatico sono stati suddivisi sono state calcolate le percentuali medie in ciascuna area e nei diversi mesi. La diversa distribuzione spatio-temporale delle uova è stata ottenuta confrontando le percentuali medie con gli stadi delle uova e con le aree di persistenza mensili. Il risultato ha permesso di ipotizzare un pattern di spostamento e di distribuzione dei riproduttori: sembrerebbe che ad aprile le alici depongano soprattutto nelle acque centrali, mentre a maggio potrebbero spostarsi verso nord. Tra giugno e luglio le aree di persistenza a elevata densità di uova si trovano a livello delle foci del Po e al largo del Golfo di Trieste, ma soprattutto nelle acque al largo dell'Istria. In questi mesi gli adulti potrebbero deporre contemporaneamente a ovest e ad est nel nord-Adriatico. Tra luglio e agosto le aree con le concentrazioni maggiori di uova si notano a livello del Golfo di Venezia e sotto le foci del Po: si può pertanto ipotizzare uno spostamento antiorario dei riproduttori verso queste zone. A settembre infine gli adulti si concentrerebbero presso le foci del Po fino al termine della stagione riproduttiva.

Conclusioni - Il limite dei dati è quello di essere stati raccolti in periodi e in zone diverse di anno in anno; sembra più attendibile il risultato ottenuto da Piccinetti *et al.* (1979), secondo cui la stagione riproduttiva delle alici segue una dinamica unimodale. Tuttavia si può confermare che le alici depongono principalmente nel nord-Adriatico ed evitano le aree di maggiore profondità, prediligendo quelle a bassa profondità (Piccinetti *et al.*, 1979) e influenzate dalle foci dei fiumi. Il Golfo di Trieste non sembra accogliere elevate densità di uova, fatta eccezione per il periodo tra giugno e luglio. Anche se, in base alle aree di persistenza, è possibile ipotizzare uno spostamento dei riproduttori in senso antiorario, rispettando le previsioni di Piccinetti (1973), a giugno-luglio si potrebbe tuttavia verificare una presenza simultanea di due gruppi di riproduttori a nord-ovest e verso nord-est. Infatti mentre le alici di classe-età maggiore emergono dalle acque centrali e iniziano a riprodursi per prime spostandosi successivamente in senso antiorario, le nuove reclute, dopo aver trascorso l'inverno in aree più vicine alla costa italiana, nei mesi più caldi depongono qui le loro prime uova (Piccinetti, 1973).

Bibliografia

- CINGOLANI N., GIANNETTI G., ARNERI E. (1996) - Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Suppl. 2): 269-277.
- PALOMERA I., OLIVAR M.P., SALAT J. (2007) - Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Prog. Oceanogr.*, **74**: 377-396.
- PICCINETTI C. (1973) - Considération préliminaires sur les déplacements de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) en haute et moyenne Adriatique. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **21** (10): 763-766.
- PICCINETTI C., REGNER S., SPECCHI M. (1979) - Estimation du stock d'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la haute et moyenne Adriatique. *Inv. Pesq.*, **43** (1): 69-81.

L. SABATINI, I. CELIĆ, M. BULLO, M. MION, C. PIRAS, G. FRANCESCHINI,
O. GIOVANARDI, S. RAICEVICH

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), STS Chioggia,
Loc. Brondolo, c/o Mercato Orticolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.
laura.sabatini@isprambiente.it

VARIAZIONE INTERANNUALE DELLA FAUNA ITTICA DEMERSALE NELLE ACQUE VENETE NEL PERIODO DI “FERMO BIOLOGICO”

INTERANNUAL VARIATION OF DEMERSAL FISH FAUNA IN THE MARINE WATERS OF THE VENETO REGION DURING THE SUMMER FISHING BAN

Abstract - *Spatial and temporal differences of demersal fish assemblages have been investigated in the marine waters of the Veneto Region during two fishery-independent trawl surveys (late August 2012 and 2013). Changes in demersal fish fauna have been observed among the two years and significant correlations have been found between the distribution of the fish assemblages and the bottom water temperature.*

Key-words: *fish, ecological aggregations, biological surveys, environmental factors, Adriatic Sea.*

Introduzione - Conoscere la struttura e la distribuzione delle risorse ittiche permette di comprendere le dinamiche naturali e l'influenza che i fattori ambientali possono esercitare su di esse, ed è di fondamentale importanza come supporto alla gestione delle risorse (Reiss *et al.*, 2010). Il monitoraggio delle risorse demersali attraverso la pesca a strascico sperimentale è uno strumento ampiamente utilizzato per perseguire tale scopo (Jukic-Peladic *et al.*, 2001; Callaway *et al.*, 2002). Nell'ambito del progetto GAP2 (*Bridging the gap between science, stakeholders and policy makers*) sono state condotte due campagne di pesca a strascico sperimentale nel 2012 e 2013 con l'obiettivo di ottenere informazioni sulla consistenza e distribuzione spaziale delle risorse ittiche nelle acque marine venete.

Materiali e metodi - L'attività di monitoraggio è stata condotta nelle acque territoriali venete in coincidenza degli ultimi giorni del fermo temporaneo della pesca a strascico (fine agosto 2012 e 2013). In entrambi gli anni, i campionamenti sono stati condotti in 21 stazioni collocate a 4, 6, 10, 14 e 18 miglia dalla costa, utilizzando rete a strascico con sacco a maglia romboidale di 28 mm di apertura (durata media delle cale: 52±10 minuti). Per ogni cala sono stati rilevati i parametri ambientali del fondale (temperatura, salinità e profondità) e la fauna ittica è stata identificata a livello di specie, contata e pesata. I dati di abbondanza e biomassa sono stati standardizzati per ora di pesca (N/h e kg/h). Le analisi dei dati multivariati sono state condotte mediante il pacchetto PRIMER-E (v. 6.1) attraverso *Cluster Analysis* e *SIMPER*, per individuare e caratterizzare le aggregazioni tra le specie ittiche, e *BEST Analysis*, per valutare le relazioni che intercorrono tra variabili ambientali e distribuzione della fauna ittica.

Risultati - Nel 2013 è stato osservato un incremento significativo della temperatura sul fondo nelle acque a Sud di Chioggia rispetto al 2012 ($p < 0,02$), con valori di +3/+4 °C in alcune stazioni. In entrambi gli anni, le temperature maggiori sono state rilevate in corrispondenza delle stazioni più settentrionali. La salinità non ha subito forti variazioni, anche se tendenzialmente ha assunto valori

maggiori nel 2013. Nel corso del monitoraggio 2012 sono state catturate in totale 46 specie, 41 pesci ossei e 5 cartilaginei. Il merlano e la triglia di fango sono risultate le specie dominanti, sia in termini di abbondanza che di biomassa orarie. Nel 2013 sono state catturate 43 specie di pesci ossei e 8 cartilaginei. La triglia di fango è stata la specie maggiormente catturata sia in termini di abbondanza che di biomassa orarie, seguita dal palombo, mentre le catture di merlano sono state nettamente inferiori rispetto all'anno precedente. Nel 2012 si possono distinguere due gruppi principali di specie, uno in corrispondenza delle stazioni più costiere (4-6 miglia nautiche dalla costa) a Nord (gruppo a), rappresentato principalmente dalle specie *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) e *Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758), e un altro che raggruppa le stazioni a Nord dalle 10 miglia nautiche dalla costa in poi e tutte quelle all'altezza e a Sud di Chioggia (gruppo c), caratterizzato dalla prevalenza delle specie *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758), *C. lucerna*, *M. barbatus* e *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758). Nel 2013 sono state osservate la contrazione di quest'ultimo gruppo alle sole stazioni più al largo (oltre 10 mn), l'espansione del gruppo a verso il largo ed il Sud e la comparsa nelle acque più costiere (delta del Po) di un terzo gruppo b, distintosi da quello originario principalmente per la drastica riduzione del merlano (Fig. 1). È stata, inoltre, osservata una correlazione significativa tra la composizione specifica delle catture (kg/h) e la temperatura al fondo durante entrambi i monitoraggi (2012: $\rho=0,67$ $p<0,01$; 2013: $\rho=0,64$ $p<0,01$).

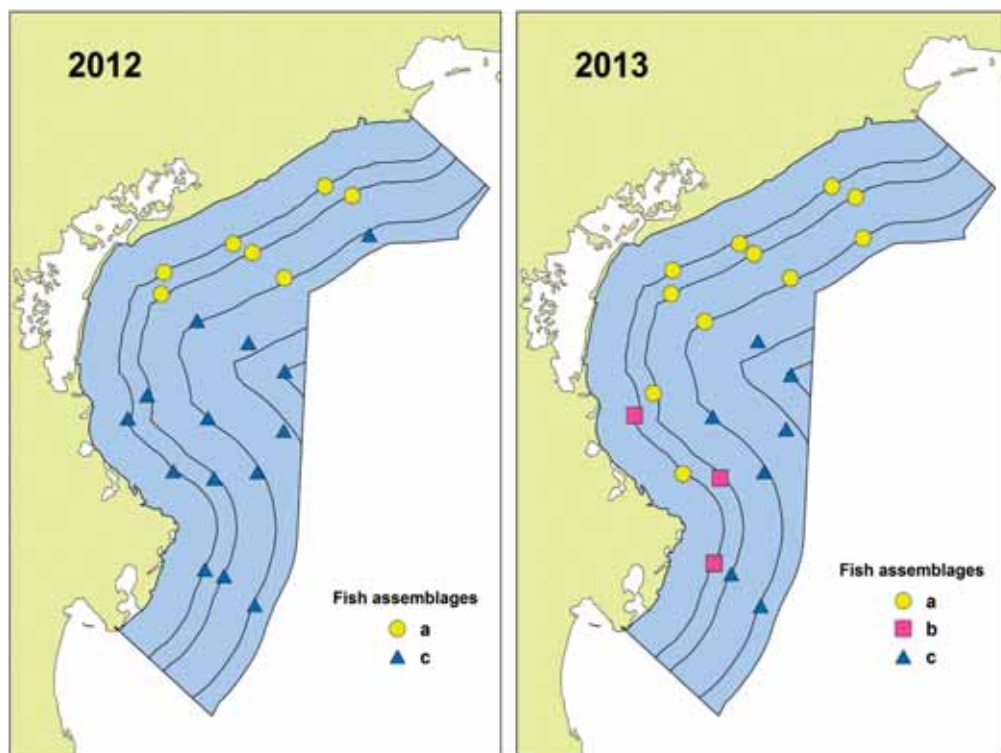


Fig. 1 - Aggregazioni delle specie ittiche nel 2012 e 2013.

Fish assemblages (2012 vs 2013).

Conclusioni - I monitoraggi hanno permesso di “fotografare” la distribuzione spaziale delle risorse ittiche nelle acque territoriali della Regione Veneto e di osservarne le differenze interannuali. La significativa correlazione tra la temperatura e la composizione multispecifica delle catture permette di ipotizzare che i cambiamenti delle aggregazioni ittiche osservati possano essere stati influenzati anche dalla maggiore temperatura sul fondo registrata nel 2013. Tale aumento può aver determinato l’allontanamento dalla costa di alcune specie, quali ad esempio il merlano, specie di origine atlantica che predilige acque fredde (Vecchi, 2002).

Bibliografia

- CALLAWAY R., ALSVÅG J., DE BOOIS I., COTTER J., FORD A., HINZ H., JENNINGS S., KRÖNCKE I., LANCASTER J., PIET G., PRINCE P., EHRLICH S. (2002) - Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **59**: 1199-1214.
- 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.
- REISS H., DEGRAER S., DUINEVELD G.C.A., KRÖNCKE I., ALDRIDGE J., CRAEYMEERSCH J.A., EGGLETON J.D., HILLEWAERT H., LAVALEYE M.S.S., MOLL A., POHLMANN T., RACHOR E., ROBERTSON M., VANDEN BERGHE E., VAN HOEY G., REES H.L. (2010) - Spatial patterns of infauna, epifauna, and demersal fish communities in the North Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**: 278-293.
- VECCHI A. (2002) - *Ciclo biologico annuale di Merlangius merlangus (L., 1758) (Osteichthyes, Gadidae) nell'alto-medio Adriatico*. Tesi di laurea: 140 pp.

M. SARTINI, L. LANTERI¹, A. LIGAS², R. SILVESTRI², S. DE RANIERI², P. SARTOR²

Aplysia Soc. Coop. r.l., Via Menichetti, 35 - 57121 Livorno, Italia.

marina.sartini@aplysia.it

¹DISTAV, Università di Genova, Italia.

²CIBM, Livorno, Italia.

COMPOSIZIONE DELLE CATTURE DELLA PESCA AL BIANCHETTO CON SCIABICA NEL MAR LIGURE

CATCH COMPOSITION OF THE “BIANCHETTO” FISHERY WITH BOAT SEINE IN THE LIGURIAN SEA

Abstract - The catch composition of the fishery targeted to juveniles of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), so called “bianchetto”, is analyzed. The “bianchetto” is the 90-96% of the total catch. The by-catch is represented by species of little or no commercial value.

Key-words: juveniles, *Sardina pilchardus*, catch composition, Ligurian Sea.

Introduzione - La pesca con sciabica da natante del “bianchetto”, raggruppamento di specie composto principalmente dagli stadi giovanili di sardina, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), è stata un'importante fonte di reddito per molte marinerie italiane (Romanelli *et al.*, 2002). Dal 2010 questa tipologia di pesca non è più praticata (Regolamento UE 1967/2006). La presente nota espone la composizione delle catture di pescate sperimentali al “bianchetto” di sardina effettuate nel Mar Ligure.

Materiali e metodi - Nell'ambito di un progetto finanziato dal MIPAAF (Sartor, 2013) sono state realizzate pescate di pesca sperimentale al “bianchetto” di sardina (marzo 2012, n=8; febbraio 2013, n=11 e marzo 2013, n=31) in Liguria e Toscana, con imbarcazioni dotate di sciabica a maglie fini. Per ogni cala è stata studiata la composizione specifica della cattura e la demografia dei “bianchetti”: le distribuzioni di taglia mensili sono state scomposte in classi modali (metodo di Bhattacharya, Gayanilo *et al.*, 2005); sono state inoltre stimate le CPUE mensili (kg/operazione di pesca) di “bianchetto”.

Risultati - Le catture sono risultate costituite quasi interamente da giovanili di sardina, che in peso hanno costituito dal 90,3 al 96,2% dei totali mensili. Le specie accessorie più abbondanti sono state *Micromesistius poutassou* (Risso, 1827) (giovanili, 2,9%) e *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) (2,5%) (marzo 2012); *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) (3,7%) ed *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (3,2%) (febbraio 2013); *Liza aurata* (Risso, 1810) (1,0%) e *Boops boops* (Linnaeus, 1758) (0,7%) (marzo 2013). In Fig. 1A sono riportate le CPUE di “bianchetto”, considerando anche le pescate con cattura nulla (84% di cale positive), evento non infrequente per questa pesca. I valori medi mensili sono compresi tra 1,18 kg (marzo 2012) e 6,48 kg (marzo 2013). La struttura in taglie dei “bianchetti” (Fig. 1 B1, B2 e B3) mostra la presenza di due mode a marzo 2012 (30 e 42 mm LT), una sola a febbraio 2013 (28 mm LT), e tre (31, 38 e 45 mm LT) a marzo 2013.

Conclusioni - I risultati confermano l'elevata selettività della pesca al “bianchetto” di sardina, nonostante le sciabiche fossero caratterizzate da maglie tra 3 e 5 mm, come già osservato in altre aree (Carbonara *et al.*, 1999; Casavola *et al.*, 1999; Romanelli *et al.*, 2002). La variabilità delle CPUE di “bianchetto” è dovuta principalmente ai diversi periodi di campionamento. A marzo 2012 i campionamenti sono stati effettuati a fine mese, quando, secondo quanto riportato dai pescatori, i “bianchetti” iniziano a disperdersi. Questo spiegherebbe le scarse catture ottenute in questo mese.

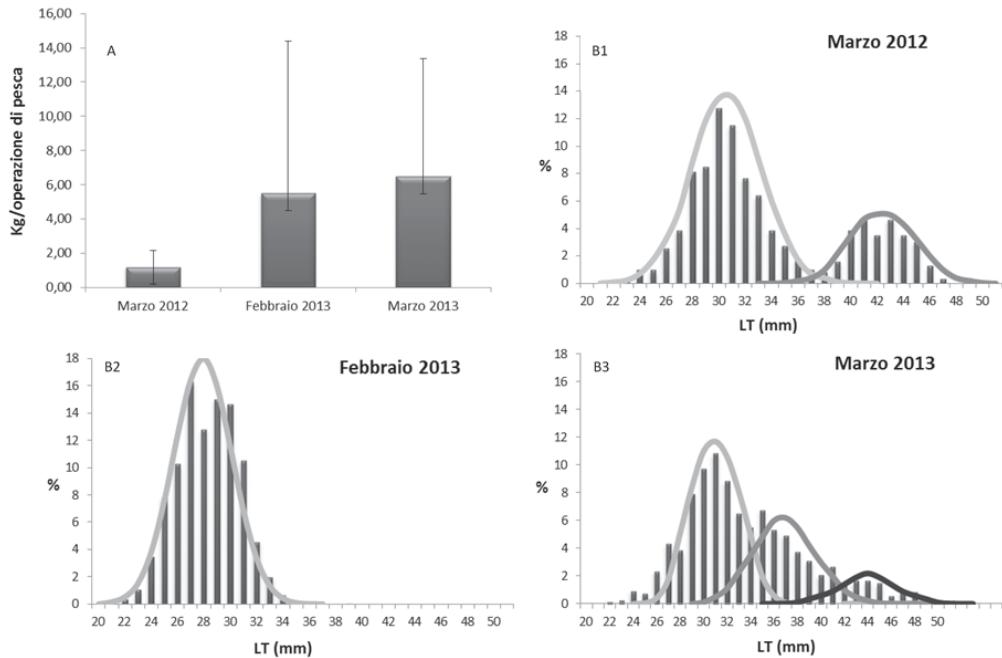


Fig. 1 - Valori medi mensili delle catture di giovanili di *S. pilchardus* (bianchetto) (A); demografia delle catture di "bianchetto": sono evidenziate le classi modali stimate con il metodo di Bhattacharya (B1, B2 e B3).

Month mean values of the catches of *S. pilchardus* juveniles (bianchetto) (A); LFD of "bianchetto": the modal classes estimated with Bhattacharya method are shown (B1, B2 and B3).

Bibliografia

- CARBONARA P., CONTEGIACOMO M., ACRIVULIS A., SPEDICATO M.T. (1999) - La pesca con la sciabica nel compartimento di Crotone: osservazioni sulla composizione qualitativa delle catture. *Biol. Mar. Mediterr.*, **6** (1): 540-543.
- CASAVOLA N., DE RUGGERI P., LO CAPUTO S., SGOBBA A. (1999) - Composizione autunnale ed invernale del "bianchetto" nel Golfo di Manfredonia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **6** (1): 550-552.
- GAYANILO F.C. JR., SPARRE P., PAULY D. (2005) - Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, **8**. Revised version. Rome, FAO: 168 pp.
- ROMANELLI M., COLLOCA F., GIOVANARDI O. (2002) - Growth and mortality of exploited *Sardina pilchardus* (Walbaum) larvae along the western coast of Italy. *Fish. Res.*, **55**: 205-218.
- SARTOR P. (2013) - Pesca del bianchetto nella GSA9: valutazione dello stato della risorsa dei piccoli pelagici con metodi innovativi diretti e indiretti ed acquisizione delle conoscenze tecnico scientifiche per la messa a punto di piani di gestione. Relazione Finale. Livorno, ottobre 2013: 99 pp.

L'attività descritta dal presente lavoro è stata finanziata dal Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

M. SBRANA, I. ROSSETTI*, S. DE RANIERI, P. SARTOR

Centro Interuniversitario di Biologia Marina (C.I.B.M.), V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.
msbrana@cibm.it

*Aplysia Soc. Coop. a r.l. - Livorno, Italia.

PRIME OSSERVAZIONI SULLA FAUNA ITTICA PROFONDA DEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

FIRST DATA ON DEEP FISH FAUNA OF THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract - On July 2012, a fishing survey on bathyal grounds (770-1084 m depth) of the northern Tyrrhenian Sea was carried out. A total of 32 species was collected: 3 Elasmobranchs, 13 Bony fishes, 7 Cephalopods and 9 Crustaceans. The abundance indices (kg/h and num/h) were generally low and dominated by a few species, as roughsnout grenadier (*Trachyrincus scabrus*, Rafinesque 1810) and blackmouth catshark (*Galeus melastomus*, Rafinesque 1810).

Key-words: bathyal-benthic zone, fishery surveys, Tyrrhenian Sea.

Introduzione - Gli ecosistemi batiali sono considerati una “miniera di biodiversità” (Gage e Tyler, 1991) ma le conoscenze sono ancora scarse e frammentarie, soprattutto a grandi profondità. Nell’ambito del progetto BIOMART (BIODiversità MARina in Toscana) è stata svolta una campagna di pesca sperimentale a strascico su fondali batiali della Toscana meridionale, mirata ad acquisire prime informazioni sulla fauna ittica demersale profonda.

Materiali e metodi - I campionamenti sono stati realizzati su fondali fangosi a sud dell’Isola del Giglio dall’8 al 10 luglio 2012. In totale sono state effettuate 5 cale sperimentali a strascico, della durata media di 70 minuti, tra 770 e 1084 m di profondità. Il materiale raccolto è stato suddiviso nelle principali categorie sistematiche. Per tutte le specie sono stati rilevati il peso totale ed il numero totale di esemplari catturati.

Risultati - Nel corso della campagna sono state catturate 32 specie: 3 Condroitti, 13 Osteitti, 7 Cefalopodi e 9 Crostacei. Le catture totali sono risultate costituite prevalentemente da Osteitti, che hanno rappresentato il 71% in biomassa ed il 70% in numero di individui rispetto al totale della cattura (Fig. 1). I Condroitti sono il secondo gruppo sistematico in ordine d’importanza (24% del totale della biomassa e 15% in numero di individui). Gli indici di densità e biomassa standardizzati all’ora di pesca per le singole specie sono riportati in Tab. 1. La biomassa è risultata dominata da due specie, l’osteitta *Trachyrincus scabrus* ed il condroitto *Galeus melastomus*, che contribuiscono assieme ad oltre l’84% del totale. Altre specie importanti sono gli osteitti *Mora moro* (3%) e *Phycis blennoides* (2%), il crostaceo *Aristeus antennatus* (2%), il condroitto *Dalatias licha* (2%) e il cefalopode *Todarodes sagittatus* (1%). Anche per quanto riguarda la densità, seppur in minore misura (65%), *T. scabrus* e *G. melastomus* sono le specie più importanti. Altre specie abbondanti sono risultate *A. antennatus* (9%) e alcune specie di osteitti, quali *Nezumia sclerorhynchus* (5%), *Hymenocephalus italicus* (4%) e *P. blennoides* (3%).

Conclusioni - Il popolamento ittico osservato nella campagna sperimentale presenta tratti comuni a quelli segnalati in precedenza sui fondali batiali di altre aree del Mediterraneo (D’Onghia *et al.*, 2004): scarsa ricchezza specifica e bassi valori di densità e biomassa totale, soprattutto nelle cale più profonde. La maggior parte

delle specie catturate è di scarso o nullo interesse commerciale e, allo stato attuale, non costituisce una risorsa sfruttabile per la pesca professionale. Tale caratteristica è probabilmente la ragione per cui le flotte da pesca toscane non esercitano le attività in tali areali. I risultati ottenuti nel presente studio rappresentano il punto di partenza conoscitivo per ulteriori indagini da realizzare nel tempo sulla fauna ittica batiale profonda dei mari toscani.

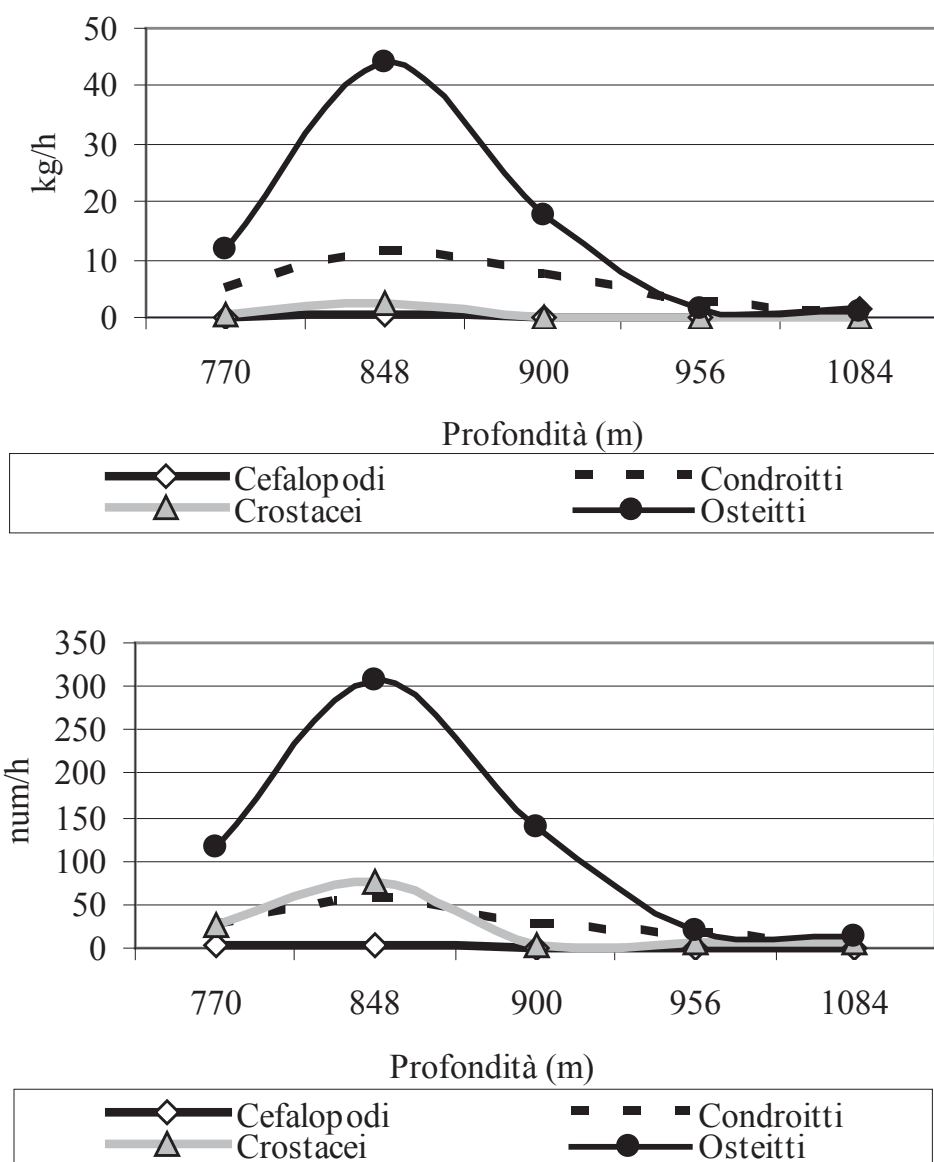


Fig. 1 - Kg/h e num/h dei quattro gruppi sistematici alle diverse profondità.

Kg/h and num/h of the four taxonomic group at different depths.

Tab. 1 - Catture in biomassa e densità $\pm$ Dev. Standard con relativa profondità (m) minima e massima.Catches in biomass and density $\pm$ Standard Deviation with minimum and maximum depth (m).

Specie	kg/h	$\pm$ DSt	num/h	$\pm$ DSt	Prof. min-max (m)
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	0,330	0,000	0,118	0,000	1084
<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)	0,186	0,314	0,635	1.120	848-900
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	4.698	3.749	25.293	19.041	770-1084
<i>Alepocephalus rostratus</i> Risso, 1820	0,067	0,092	1.474	2.167	956-1084
<i>Chauliodus sloani</i> Bloch & Schneider, 1801	0,030	0,000	0,600	0,000	770
<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	0,094	0,131	0,221	0,304	848
<i>Gadella maraldi</i> (Risso, 1810)	0,001	0,000	0,118	0,000	900
<i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884	0,073	0,067	7.649	7.064	770-900
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)	0,041	0,030	2.736	2.043	770-1084
<i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810)	0,058	0,069	2.156	2.480	900-1084
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	0,129	0,000	0,118	0,000	900
<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)	0,714	0,506	4.373	4.537	900-1084
<i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810	0,078	0,086	0,939	1.250	770-900
<i>Nezumia sclerorhynchus</i> (Valenciennes, 1838)	0,188	0,158	7.705	6.826	770-956
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	0,435	0,616	5.097	5.830	770-956
<i>Trachyrincus scabrus</i> (Rafinesque, 1810)	13.255	16.821	85.734	108.090	770-1084
<i>Ancistroteuthis lichtensteinii</i> (Férussac, 1835)	0,004	0,000	0,171	0,000	956
<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	0,036	0,053	0,221	0,304	848-900
<i>Heteroteuthis dispar</i> (Rüppel, 1844)	0,002	0,000	0,600	0,000	770
<i>Neorossia caroli</i> (Joubin, 1902)	0,021	0,000	0,207	0,000	848
<i>Opisthoteuthis calypso</i> Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002	0,002	0,000	0,118	0,000	900
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i> (Delle Chiaje, 1830)	0,072	0,000	0,103	0,000	848
<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)	0,252	0,000	0,240	0,000	1084
<i>Acanthephyra eximia</i> Smith, 1884	0,002	0,000	0,172	0,000	956
<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)	0,466	0,760	15.421	26.223	770-1084
<i>Gemadas elegans</i> (Smith, 1882)	0,007	0,006	2.636	2.004	770-1084
<i>Geryon longipes</i> A. Milne-Edwards, 1882	0,043	0,078	1.185	1.724	848-1084
<i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)	0,001	0,000	0,103	0,000	848
<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)	0,052	0,000	0,207	0,000	848
<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866	0,002	0,003	0,343	0,529	848-1084
<i>Plesionika martia</i> (A. Milne-Edwards, 1883)	0,003	0,000	0,621	0,000	848
<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862	0,023	0,023	3.810	3.507	770-1084

Bibliografia

- D'ONGHIA G., POLITOU C.-Y., BOZZANO A., LLORIS D., ROTLLANT G., SION L., MASTROTOTARO F. (2004) - Deep-water fish assemblages in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **68** (Suppl. 3): 87-99.
- GAGE J.D., TYLER P.A. (1991) - *Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.

M. VALLISNERI¹, S. MONTANINI^{1,2}, M.R. RANDI¹, M. REGGI³, S. TOMMASINI¹, G. FALINI³

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italy.
maria.vallisneri@unibo.it

²Laboratory of Marine Biology and Fisheries, Fano (PU), University of Bologna, Italy.

³Department of Chemistry, University of Bologna, Italy.

PRELIMINARY RESULTS ON ORGANIC AND MINERAL FRACTIONS IN OTOLITHS OF THREE FISH SPECIES FROM ADRIATIC SEA

RISULTATI PRELIMINARI SULLA COMPONENTE ORGANICA E MINERALE IN OTOLITI DI TRE SPECIE DI PESCI DELL'ADRIATICO

Abstract - The otolith microstructure is governed by the organic matrix and may be linked to the ontogenetic and phylogenetic differentiation of otolith shape. It is also a potential indicator of environmental, community, population and individual fish levels. This preliminary study showed intra-specific quantitative differences in the organic matrix contents in the otolith, suggesting changes in the degree of mineralization. In fact, in the same species, juveniles showed a greater contents of organic matrix respect to adults and differences between species. Adults showed differences between the different ecological types.

Key-words: otolith structure, *Chelidonichthys lucerna*, *Boops boops*, *Engraulis encrasicolus*.

Introduction - Fish otoliths are calcified biomineral composed principally of calcium carbonate and a small fraction of organic matrix (OM). The sagittal otolith has a species-specific shape that is likely the result of a different assemblage of the mineral building blocks through the diverse use of the organic matrix components making diverse frameworks. The aim of this preliminary study is to highlight quali-quantitative ontogenetic differences against organic and mineral content in the sagitta of two species of the Adriatic Sea: *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) (benthic type) and *Boops boops* (Linnaeus, 1758) (necto-benthic type). The same analyses was carried out also at inter-specific level, adding to the species mentioned above, the species *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (pelagic type) in order to evaluate a possible environmental influence linked to biomineralization process.

Materials and methods - Samples were collected from trawl surveys carried out in the north-central Adriatic Sea from 2008 to 2012. The sagittal otoliths of all specimens were removed from otic capsule, cleaned from adhering tissues with 3% (v/v) H₂O₂ for 15 minutes and then sonicated in MilliQwater in the ultrasonic bath for 5 minutes. Finally they were air dried and stored. X-ray powder diffraction (XRD) patterns were collected using a PanAnalytic X'Pert Pro equipped with X'Celerator detector powder diffractometer using Cu Ka radiation generated at 40 kV and 40 mA. The content in organic matter of the otoliths was determined by thermo gravimetric analysis (TGA) using a SDT Q600 simultaneous thermal analysis instrument (TA instrument). The analysis was performed under nitrogen flow from 30 to 120 °C with a heating rate of 10 °C min⁻¹, an isothermal at 120 °C for 5 min, and another cycle from 120 to 600 °C with the same heating rate. Results were reported as means of several replicas (generally three for each group of individuals) using a total of 40 otoliths. We have taken into account random and instrumental errors by propagation of uncertainty (Taylor, 1997).

Results and conclusions - For all samples, the XRD patterns showed only the diffraction peaks of aragonite (Fig. 1a). No transition between CaCO_3 crystalline forms were found at ontogenetic level between juveniles and adults of *C. lucerna* and *B. boops*. The otoliths thermograms showed a first weight loss in a range around 130-400 °C followed by another one in the range between 410 and 500 °C. Around 530 °C aragonite converted into calcite in all samples, as showed by XRD diffractograms (Fig. 1b). The weight percentage values of the organic matrix, expressed in terms of weight loss (water + OM) ranged between 2.1 and 3.4% (w/w) (Tab. 1). The juveniles had greater loss than adults both for *C. lucerna* and *B. boops* (errors are not overlapped at all, Taylor, 1997), showing that the organic matrix could have different roles depending on the ontogenesis. At inter-specific level, comparing only adult individuals, *E. encrasicolus* (pelagic type) showed greater weight loss than *C. lucerna* (benthic type) and *B. boops* (necto-benthic type) showing that the chemical composition of otoliths may also be influenced by environmental factors. In conclusion, these preliminary results confirmed the data reported for other species (Morales-Nin, 1986; Cermeño *et al.*, 2006) and suggest that the biomineral formation is influenced by genetic and environmental factors in unknown proportion (Parmentier *et al.*, 2002).

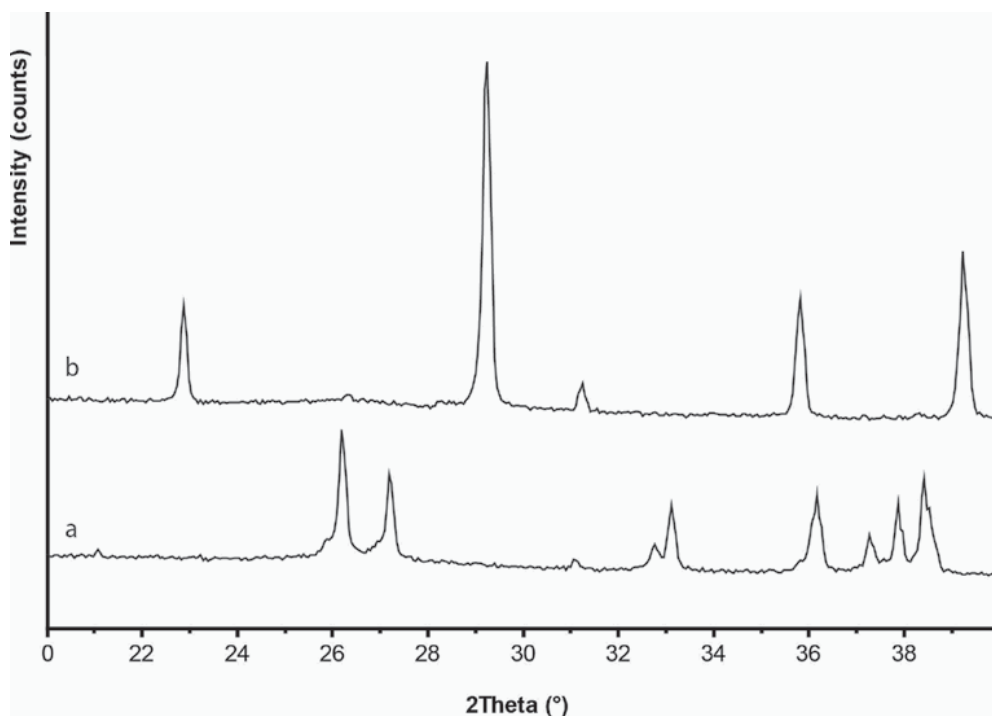


Fig. 1 - Diffractograms from otolith of *B. boops* adults: a) Untreated sample in which only the diffraction peaks of aragonite are present; b) XRD thermal treated powder (up to 600 °C) the diffraction peaks showing the presence of the calcite.

Figura di diffrazione a raggi X di otoliti di esemplari adulti di B. boops: a) diffrattogramma dell'aragonite; b) diffrattogramma di polveri trattate termicamente fino a 600 °C, i picchi indicano la presenza di calcite.

Tab. 1 - List of studied species including size, ecotype, samples and total weight loss % (w/w) corresponding to the weight percentage of organic matrix (OM) of the otoliths.

Elenco delle specie studiate per taglia, ecotipo, numero campioni e perdita in peso percentuale corrispondente al peso percentuale della matrice organica (OM) degli otoliti.

Species class	TL mean (mm)	Environment	N. otoliths	OM %(w/w)
<i>C. lucerna</i> juvenile	100	benthic	16	2.943 ± 0.006
<i>C. lucerna</i> adult	230	benthic	4	2.702 ± 0.005
<i>B. boops</i> juvenile	92	necto-benthic	4	2.51 ± 0.01
<i>B. boops</i> adult	176	necto-benthic	4	2.081 ± 0.004
<i>E. encrasicolus</i> adult	130	pelagic	12	3.39 ± 0.01

References

- CERMEÑO P., MORALES-NIN B., URIARTE A. (2006) - Juvenile European anchovy otolith microstructure. *Sci. Mar.*, **70** (3): 553-557.
- MORALES-NIN B. (1986) - Chemical composition of the otoliths of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) (Pisces, Serranidae). *Cybium*, **10**: 115-120.
- PARMENTIER E., LAGARDÈRE F., VANDEWALLE P. (2002) - Relationships between inner ear and sagitta growth during ontogenesis of three Carapini species, and consequences of life-history events on the otolith microstructure. *Mar. Biol.*, **141**: 491-501.
- TAYLOR J.R. (1997) - *An introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements*. University science books: 327 pp.

M. BATTUELLO, R. MUSSAT SARTOR¹, N. NURRA¹, A.M. DE BIASI², D. PESSANI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.
marco.battuello@unito.it

¹Pelagosphaera Cooperativa di servizi in ambiente acquatico,
Via M. Bigotti, 1 - 57037 Portoferraio (LI), Italia.

²CIBM - Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci",
Via N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

SEGNALAZIONE DI *DISTIOCVLVS MINOR* (T. SCOTT, 1894)
(COPEPODA - HARPACTICOIDA)
NELLE ACQUE DELL'ARCIPELAGO TOSCANO

DISTIOCVLVS MINOR (T. SCOTT, 1894) (COPEPODA -
HARPACTICOIDA) IN THE TUSCAN ARCHIPELAGO

Abstract - During epipelagic zooplankton surveys off the Tuscan Archipelago, the Harpacticoid *Distioculus minor* belonging to the family of the Miraciidae was sampled. The specimens were measured and compared with the data available in the literature.

Key-words: zooplankton, Miraciidae, Tyrrhenian Sea, Ligurian Sea, Tuscan Archipelago.

Introduzione - Gli Harpacticoida sono un ordine di Copepodi comprendente numerose specie (3372) a distribuzione prevalentemente bentonica. Nel Mar Mediterraneo 4 famiglie, tra le quali i Miraciidae, oggetto del presente studio, raccolgono 10 delle 17 specie di Harpacticoidi planctonici attualmente descritti (Boxshall, 1979; Hicks, 1988). In Mediterraneo la famiglia è presente con quattro generi, tra i quali solo *Macrosetella* A. Scott, 1909, con le specie *M. gracilis* (Dana, 1847) e *M. oculata* (Sars G.O., 1916), compaiono nella *checklist* dei mari italiani (Mazzocchi e Di Capua, 2010), la prima segnalata in tutti i settori biogeografici, la seconda solo nel 2. L'inventario dei Copepodi Planctonici Marini del Mar Mediterraneo (Razouls *et al.*, 2005-2014) riporta invece i generi *Miracia* Dana, 1846 e *Oculosetella* Dahl, 1895 come presenti in Mar Tirreno e in Mar Adriatico. La specie *D. minor*, unica rappresentante del genere, è stata indicata come presente nei mari italiani esclusivamente da un rapporto tecnico curato da ARPA Toscana nell'ambito del progetto BioMarT (Serena *et al.*, 2004-2008). Monitoraggi attualmente in atto in collaborazione con CIBM nei settori 1 e 2 dei mari italiani hanno la finalità di arricchire e implementare i dati ecologici ed i modelli di distribuzione dei copepodi planctonici, in particolare di famiglie e specie ancora non sufficientemente conosciute.

Materiali e metodi - Tra luglio 2012 e dicembre 2013 sono state effettuate quattro campagne di raccolta, per un totale di 100 campionamenti, finalizzate alla conoscenza della frazione olo e meroplanctonica nelle acque dell'Arcipelago Toscano, con particolare attenzione alla componente a copepodi. I campioni sono stati raccolti con pesche orizzontali e verticali notturne, condotte tra la superficie e 50 m e tra 50 e 100 m di profondità, utilizzando retini standard WP-2 con maglia di 200 e 300 µm. Le metodiche (di campionamento, di conservazione, di determinazione specifica) hanno adottato le linee guida proposte da ISPRA (Camatti e Ferrari, 2010).

Risultati - Durante le ricerche condotte nelle acque dell'Arcipelago Toscano a Nord e a Sud dell'Isola d'Elba - spartiacque tra settore biogeografico uno e due - sono stati rinvenuti 28 esemplari di *D. minor*; 8 femmine, tra le quali 2 ovigere, e 20 maschi. Tutti gli esemplari sono stati misurati allo stereomicroscopio, dal margine

anteriore del cefalotorace al bordo posteriore dei rami caudali, setole escluse (Huys e Böttger-Schnack, 1994).

Femmine: lunghezza corpo 778-911 μm ($n=8$; $851\pm44,5 \mu\text{m}$). Le 2 femmine ovigere hanno registrato i valori massimi di lunghezza con 911 e 892 μm ; l'esemplare portante sacca ovigera con quattro uova è stato raccolto durante la stagione estiva, il secondo, catturato in inverno, portava solamente un uovo in ciascuna delle due sacche.

Maschi: lunghezza del corpo 711-867 μm ($n=20$; $788\pm48,6 \mu\text{m}$).

I dati indicano una distribuzione preferenzialmente superficiale con valori di abbondanza maggiori nelle pescate orizzontali e progressivamente inferiori lungo la colonna d'acqua da 0 a 100 m di profondità.

Conclusioni - Il numero di *D. minor* catturati è significativamente superiore a quanto riportato in letteratura per campagne zooplanctoniche condotte in tutti i mari del mondo. Sebbene si confermi specie rara, i nostri dati evidenziano maggiori abbondanze rispetto a *M. gracilis*, l'altra specie di Miraciidae comune del Mediterraneo. Le dimensioni medie sono leggermente inferiori a quelle registrate nel Mediterraneo Orientale, nel Mar Arabico e nel Golfo di Aden (Huys e Böttger-Schnack, 1994). Rari e quindi di notevole valenza scientifica sono sia il ritrovamento di un rilevante numero di esemplari maschi sia la presenza di femmine ovigere. È ipotizzabile che lo Stretto di Gibilterra sia il canale preferenziale di ingresso di *D. minor* nel Mediterraneo. L'ipotesi è avvalorata dalle frequenti segnalazioni nella porzione Occidentale del bacino (Mar di Alboran, Isole Baleari e Golfo del Leone) e dall'indicazione che gli alti valori di salinità del Mar Rosso settentrionale sarebbero il fattore limitante per l'ingressione della specie dal canale di Suez (Huys e Böttger-Schnack, 1994). La segnalazione di *D. minor* intende arricchire la conoscenza della biodiversità dei mari italiani e implementare la *checklist* curata dalla Società Italiana di Biologia Marina.

Bibliografia

- BOXSHALL G.A. (1979) - The planktonic copepods of the northeastern Atlantic Ocean: Harpacticoida, Siphonostomatoida and Mormonilloida. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.)*, **35**: 201-264.
- CAMATTI E., FERRARI I. (2010) - Mesozooplankton. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee guida*, **56**: 489-506.
- HICKS G.R.F. (1988) - Evolutionary implications of swimming behaviour in meiobenthic copepods. In: Boxshall G.A., Schminke H.K. (eds), *Biology of Copepods. Hydrobiologia*, **167/168**: 497-504.
- HUYS R., BÖTTGER-SCHNACK R. (1994) - Taxonomy, biology and phylogeny of Miraciidae (Copepoda: Harpacticoida). *Sarsia*, **79** (3): 207-283.
- MAZZOCCHI M.G., DI CAPUA I. (2010) - Copepodi planctonici: Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Mormonilloida, Siphonostomatoida. In: Relini G. (ed), *Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 420-431.
- RAZOULS C., DE BOVÉE F., KOUWENBERG J., DESREUMAUX N. (2005-2014) - Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. Available at <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en>.
- SERENA F., BAINO R., MANCUSI C. (2004-2008) - *BioMarT: componenti biotiche e ambientali determinanti per la biodiversità*. Regione Toscana - ARPAT Mare: 96 pp.

C. CAROPPO, S. FONDA UMANI¹, R. LA FERLA², M. AZZARO², G. MAIMONE²,
F. PLACENTI³, R. LAROSA^{2,4}, A. CUTTITTA³, B. PATTI³

Institute for Coastal Marine Environment (IAMC) - CNR, Via Roma, 3 - 74123 Taranto, Italy.
carmela.caroppo@iamc.cnr.it

¹CoNISMa, University of Trieste, Via Valerio, 28/1 - 34127 Trieste, Italy.

²CNR-IAMC, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italy.

³CNR-IAMC, Via del Mare, 3 - 91021 Capo Granitola (TP), Italy.

⁴University of Pisa, Lungarno Pacinotti, 43 - 56126 Pisa, Italy.

PLANKTONIC COMMUNITIES IN AN ANCHOVY SPAWNING AREA OF THE SICILIAN CHANNEL: STRUCTURE AND DIVERSITY

COMUNITÀ PLANCTONICHE IN UN'AREA DI RIPRODUZIONE DI ACCIUGA DEL CANALE DI SICILIA: STRUTTURA E DIVERSITÀ

Abstract - The structure and diversity of the planktonic populations were studied in the Strait of Sicily, an area of spawning of *Engraulis encrasicolus* (*Clupeiformes*), a pelagic species of commercial interest. In this oligotrophic area the planktonic communities showed different spatial distribution related to the hydrological pattern.

Key-words: biodiversity, food web, plankton, *Engraulis encrasicolus*, Mediterranean Sea.

Introduction - Trophic conditions and sea circulation presumably influence the spawning strategy and recruitment success of many fish, including anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), a species of commercial interest, widely distributed throughout the Mediterranean Sea. Spawning habitat conditions for anchovy have been investigated in different marine ecosystems, however, there is a lack of knowledge about the central Mediterranean Sea, including the Strait of Sicily (Basilone *et al.*, 2013). In order to obtain a holistic picture of the planktonic food web, which sustains the fish stocks in the Strait of Sicily, a multidisciplinary research was carried out in the frame of the RITMARE project during the peak spawning period for anchovy. This contribution refers on the structure and diversity of the planktonic populations.

Materials and methods - A cruise was carried out in July 2012 at 6 stations in the Strait of Sicily. For hydrological parameters, see Leonardi *et al.* (2014). The water samples, collected in the euphotic layer, were preserved in pre filtered 0.2 µm formaldehyde at 2% final concentration and underwent analyses for the plankton populations. Particularly, autophagocytic and heterotrophic picoplankton abundances and biomass were determined according to the methods described in Caroppo *et al.* (2010) and La Ferla *et al.* (2010), respectively. Nanoplankton was analyzed according to Vanucci *et al.* (2010) and quali-quantitative analyses of microphytoplankton and microzooplankton were performed according to Zingone *et al.* (2010) and Fonda Umani *et al.* (2010), respectively. Anchovy eggs and larvae were quantified in each station by triplicate vertical tows of a Multi plankton sampler type Mini (Hydro-Bios, GmbH, Kiel, Germany), with a mesh size of 200 µm.

Results - In the study area, the picophytoplankton biomass (range 0.29-26 µg C L⁻¹) was dominated by coccoid cyanobacteria, genus *Synechococcus* Nägeli, 1849. The heterotrophic picoplankton biomass ranged between 25 and 113 µg C L⁻¹. The community was mainly composed by curved rods and coccobacilli (range size: 0.16-0.46 µm³). The total nanoplankton biomass varied between 0.11 and 1.71 µg C L⁻¹ with the highest values detected at the Deep Chlorophyll Maximum (DCM) or below the thermocline. As concerning the species composition, nanoplankton

was represented, among the others, by the dinoflagellates *Amphidinium carterae* Hulburt, 1957 and *Heterocapsa niei* (Loeblich) Morrill & Loeblich III, 1981. The coccolithophorid *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler, 1967 and flagellates of uncertain taxonomic identification were also abundant in all stations and depths. Microphytoplankton abundance ranged between 6.1 and 40.5×10^3 cells L⁻¹, while biomass fluctuated from 2.87 to 12.03 µg C L⁻¹. Diatoms and dinoflagellates were the main components of the community, composed by 24 and 30 species, respectively. Diatoms represented only the 16.4% of the total microphytoplankton biomass and the most abundant species were *Leptocylindrus danicus* Cleve, 1889, *Navicula* spp. Bory de Saint-Vincent, 1822 and *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, 1986. Among dinoflagellates (83.5% of the total biomass) *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech ex Loeblich III, 1965 was one of the most abundant. As concerning microzooplankton, eggs, nauplia and metazoan larval stages prevailed in terms of biomass in almost all samples. Heterotrophic dinoflagellates were the second more relevant group, with the constant presence of the genera *Prorocentrum* Ehrenberg, 1834, *Dinophysis* Ehrenberg, 1839, *Mesoporos* Lillick, 1937 and *Protoperidinium* Bergh, 1882. Aloricate Ciliates and Tintinnids did not significantly contribute to the total biomass although we identified more than 80 species of Tintinnids. Biomass maxima were generally observed at the surface or at the DCM, but never exceeded 16.0 µg L⁻¹. Finally, anchovy eggs and larvae mainly occurred in the 0-10/0-25 m depth intervals, with highest densities of 4.2 eggs m⁻³ and 2.6 larvae m⁻³.

Conclusions - The importance of the ecosystem approach to the sustainable management of marine resources needs to be addressed in future. In this context, this study represents the first step of a field experiment. Information on the microbial functionality will give us a picture of the food web and can help to evaluate if these processes affect recruitment dynamics of anchovy and other fish in the Sicilian Strait.

References

- BASILONE G., BONANNO A., PATTI B., MAZZOLA S., BARRA M., CUTTITTA A., MCBRIDE R. (2013) - Spawning site selection by European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to oceanographic conditions in the Strait of Sicily. *Fish. Oceanogr.*, **22** (4): 309-323.
- CAROPPO C., VANUCCI S., DEL NEGRO P., LA FERLA R.B., MAIMONE G., MAUGERI T.L. (2010) - Abbondanza e biomassa del picofitoplancton (Microscopia ad epifluorescenza). In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Metodologie di studio del plancton marino. ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 141-148.
- FONDA UMANI S., FRANZÈ G., MODIGH M., MONTI M. (2010) - Microzooplankton. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Metodologie di studio del plancton marino. ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 477-487.
- LA FERLA R., MAIMONE G., MANINI E., ZACCONE R., ZOPPINI A. (2010) - Metodi per lo studio della biomassa del batterioplancton mediante conteggio su piastra, microscopia ad epifluorescenza e quantificazione lipopolisaccaridica. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Metodologie di studio del plancton marino. ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 131-139.
- LEONARDI M., AZZARO F., AZZARO M., CARUSO G., CUTTITTA A., DECEMBRINI F., LAROSA R., MAIMONE G., PARANHOS R., PLACENTI F., ZACCONE R., PATTI B., LA FERLA R. (2014) - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: trophic assessment. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 319-320.
- VANUCCI S., DEL NEGRO P., BERNARDI AUBRY F. (2010) - Conteggio in epifluorescenza per la stima del nanoplancton autotrofo ed eterotrofo. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Metodologie di studio del plancton marino. ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 203-212.
- ZINGONE A., TOTTI C., SARNO D., CABRINI M., CAROPPO C., GIACOBBE M.G., LUGLIÈ A., NUCCIO C., SOCAL G. (2010) - Fitoplancton: metodiche di analisi quali-quantitativa. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), *Metodologie di studio del plancton marino. ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 213-237.

G. CARUSO¹, M. AZZARO¹, F. DECEMBRINI¹, R. LAROSA^{1,3}, G. MAIMONE¹, A. CUTTITTA²,
L.S. MONTICELLI¹, R. ZACCONE¹, B. PATTI², R. LA FERLA¹

¹Institute for Coastal Marine Environment (IAMC) - CNR,
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italy.
gabriella.caruso@iamc.cnr.it

²CNR-IAMC, Via del Mare, 3 - 91021 Capo Granitola (TP), Italy.

³University of Pisa, Lungarno Pacinotti, 43 - 56126 Pisa, Italy.

PLANKTONIC COMMUNITIES IN AN ANCHOVY SPAWNING AREA OF THE SICILIAN CHANNEL: MICROBIAL ACTIVITIES

COMUNITÀ PLANCTONICHE IN UN'AREA DI RIPRODUZIONE DI ACCIUGA DEL CANALE DI SICILIA: ATTIVITÀ MICROBICHE

Abstract - The functional patterns of the microbial community (primary and secondary production, enzyme activities and community respiration) were studied in a spawning area of *Engraulis encrasicolus* (Chordata: Actinopterygii, Clupeiformes) in order to assess the efficiency of the microbial trophic web in relation to its possible role in sustaining the stock of this important fishing resource.

Key-words: microorganisms, biological production, degradation, respiration, Mediterranean Sea.

Introduction - An ecosystem approach to fisheries management requires an integrated analysis of various biological components that support the stock subject to exploitation. As a part of the RITMARE Project, the structure and function of the microplanktonic food web for the sustenance of fish stocks in the Strait of Sicily were studied. A multidisciplinary research cruise was performed in this area, acting as a nursery for anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) (Basilone *et al.*, 2013). This survey aimed at assessing the microbial food web functioning through the biogeochemical processes mediated by microbial communities in order to characterize the habitat where anchovy spends its early development period.

Materials and methods - During the cruise BANSIC12, carried out by the R/V Urania of the CNR (July 2012), water samples were taken in the photic zone (1, 25, 50, 70, 100 m) of six hydrological stations, located on two transects between Capo Passero and Malta, which were characterized by the presence or absence of eggs and larvae of anchovy (up to a 25 m maximum depth). The phytoplanktonic (C^{14}) and prokaryotic (leu- H^3) production, the total and dissolved enzymatic hydrolysis of proteins (Leucine aminopeptidase, LAP), polysaccharides (beta-glucosidase, b-GLU) and organic phosphates (alkaline phosphatase, AP) using fluorogenic substrates, and the microplanktonic respiration (using the Electron Transport System -ETS- assay) were measured. Pearson's correlations among the parameters were also computed.

Results - The rates of production, hydrolysis and degradation activities were quite low, in agreement with the general oligotrophy of the area. The rates of phytoplankton primary production and microplanktonic respiration generally decreased with depth and the productive ones were lower than oxidative processes, owing to the summer period. The picophytoplankton contributed to over than 65% of total production, followed by the micro-(24%) and nanoplankton. However the different patterns recorded along the water column between the primary production and chlorophyll-*a* (see Leonardi *et al.*, 2014), were reflected in a number of assimilation (C^{14} /CHL-*a*) in which the microplanktonic component assumed a greater importance (60%), in terms of production per unit of biomass, followed by the pico- and nanoplanktonic components. The prokaryotic production rates were low, following trends similar to

those of prokaryotic abundance (see Caroppo *et al.*, 2014), with maximum values below the thermocline (located between 11 and 17 m), intermediate values at surface and Deep Chlorophyll Maximum (DCM, located between 56 and 89 m) and minimum ones at lower depths. Concerning the enzymatic activities, LAP showed the highest levels, followed by AP and b-GLU. LAP and AP were positively correlated with the primary production, conversely to b-GLU, and negatively with CHL-*a*. The LAP/b-GLU ratios, always greater than 1, indicated higher incidence of recently produced, proteic matter compared to the polysaccharidic one, especially below the thermocline and in the DCM, following the general trend of CHL-*a* and Particulate Organic Carbon (see Caroppo *et al.*, 2014; Leonardi *et al.*, 2014). AP was more active at the surface layer and to a lesser extent below the thermocline, probably in relation to the regeneration of phosphate required to sustain the phytoplanktonic production. The distribution of the dissolved enzymatic activities acting on proteins varied widely along the column, accounting for 5 to 90% of the total enzymatic activity. Low values of dissolved enzymatic activity on polysaccharides were found, with the highest rates at surface layers where primary production - positively related to dissolved b-GLU - was also high.

Conclusions - This study has contributed to the evaluation of the carbon and phosphorus fluxes channeled through the microbial compartment and of the functional role of microbial activity in the examined nursery area. Particularly, a different spatial location between the autotrophic production (predominant at upper layers) and the degradation processes (pronounced in the layer between the thermocline and DCM) was observed. The organic decomposition process was not associated with an efficient incorporation of the released monomers into new bacterial biomass. As observed in other oligotrophic areas (La Ferla *et al.*, 2010; Zacccone *et al.*, 2010), the Strait of Sicily appeared a habitat characterized by a relatively efficient microbial food web; the sustenance of the fish stock, however, did not seem directly related to this web, but instead more dependent on the larger-size planktonic component.

References

- BASILONE G., BONANNO A., PATTI B., MAZZOLA S., BARRA M., CUTTITTA A., McBRIDE R. (2013) - Spawning site selection by European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to oceanographic conditions in the Strait of Sicily. *Fish. Oceanogr.*, **22** (4): 309-323.
- CAROPPO C., FONDA UMANI S., LA FERLA R., AZZARO M., MAIMONE G., PLACENTI F., LAROSA R., CUTTITTA A., PATTI B. (2014) - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: structure and diversity. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 315-316.
- LA FERLA R., AZZARO M., CARUSO G., MONTICELLI L.S., MAIMONE G., ZACCONE R., PACKARD T.T. (2010) - Prokaryotic abundance and heterotrophic metabolism in the deep Mediterranean Sea. *Adv. Oceanogr. Limnol.*, **1** (1): 143-166.
- LEONARDI M., AZZARO F., AZZARO M., CARUSO G., CUTTITTA A., DECEMBRINI F., LAROSA R., MAIMONE G., PARANHOS R., PLACENTI F., ZACCONE R., PATTI B., LA FERLA R. (2014) - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: trophic assessment. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 319-320.
- ZACCONE R., CARUSO G., AZZARO M., AZZARO F., CRISAFI E., DECEMBRINI F., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., LA FERLA R., LEONARDI M., LO GIUDICE A., MAIMONE G., MANCUSO M., MICHAUD L., MONTICELLI L.S., RAFFA F., RUGGERI G., BRUNI V. (2010) - Prokaryotic activities and abundance in pelagic areas of the Ionian Sea. *Chem. Ecol.*, **26** (1): 169-197.

M. LEONARDI¹, F. AZZARO¹, M. AZZARO¹, G. CARUSO¹, A. CUTTITTA²,
F. DECEMBRINI¹, R. LAROSA^{1,3}, G. MAIMONE¹, R. PARANHOS⁴, F. PLACENTI²,
R. ZACCONE¹, B. PATTI², R. LA FERLA¹

¹Institute for Coastal Marine Environment (IAMC) - CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italy.
marcella.leonardi@iamc.cnr.it

²CNR-IAMC, Via del Mare, 3 - 91021 Capo Granitola (TP), Italy.

³University of Pisa, Lungarno Pacinotti, 43 - 56126 Pisa, Italy.

⁴Fed. Univ. of Rio de Janeiro, Inst. of Biology,
Av. Prof. R. Rocco 211, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brazil.

PLANKTONIC COMMUNITIES IN AN ANCHOVY SPAWNING AREA OF THE SICILIAN CHANNEL: TROPHIC ASSESSMENT

COMUNITÀ PLANCTONICHE IN UN'AREA DI RIPRODUZIONE DI ACCIUGA DEL CANALE DI SICILIA: VALUTAZIONE TROFICA

Abstract - The trophic structure and related indices were investigated to assess the microplankton functionality in *Engraulis encrasicolus* (Chordata: Actinopterygii, Clupeiformes) spawning area of the Sicilian Channel. The integrated analysis of trophic parameters and correlated indices (C/N, N/P, POC/LAP+βGLU, POC/Chl-α) highlighted both the heterogeneity and the dynamism of the planktonic communities.

Key-words: trophic structure, environmental assessment, anchovy spawning area, Sicilian Channel, Mediterranean Sea.

Introduction - Numerous studies highlight the influence of the hydrography on the spawning strategy and recruitment success of European anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758), an important commercial species very common in the Mediterranean Sea. Despite several studies on spawning habitat conditions, there is still a lack of information about the trophodynamic of the microplankton food web, which supports the fish stocks. In this regard, with the purpose of improving the knowledge on the planktonic community in the Sicilian Channel, a multidisciplinary research was carried out in the framework of RITMARE project. In particular, this study is focused on the analysis of the ecosystem trophic quality and microbial functionality in this area, known as one of the most important spawning region for the European anchovies in the Sicily Channel (Basilone *et al.*, 2013) as well as one of the proposed sites for the MSFD.

Materials and methods - In the frame of BANSIC 12 Survey, performed on July 2012, six stations of the Ibleo-Maltese platform (Sicily Channel) were investigated on the topic of planktonic food web biodiversity and functionality. The temperature, salinity, and fluorescence were measured using a SBE911 plus CTD multiparametric probe, and water samples were collected in the epipelagic layer. The concentration of nutrients, chlorophyll-*a* (Chl-*a*), particulate organic carbon and particulate nitrogen (POC, PN), were determined. The trophic parameters and related indices (C/N; N/P; POC/leucine aminopeptidase+β-glucosidase -LAP+β-GLU- activity rates; POC/Chl-*a*) were analysed contextually to the planktonic populations occurrence, anchovy eggs distribution and enzymatic hydrolysis rates (Caroppo *et al.*, 2014; Caruso *et al.*, 2014). The analyses were performed according to Leonardi *et al.* (2009).

Results - The euphotic layer, object of the study, was characterized by the presence of the typically oligotrophic MAW (Modified Atlantic Water), flowing eastward along the Sicilian coast. Water temperature ranged between 15.0 and 27.0 °C, while salinity between 37.2 and 38.7 psu. A marked thermocline was detected

at variable depth (11-17 m). Low nutrients incidences were recorded, particularly regarding the phosphorus (0.01-0.11 μM), which values were close to the detection limit. Nitrates and silicates ranged between 0.15 and 1.62 μM , and between 0.29 and 2.47 μM , respectively. The diffuse oligotrophy of the area was confirmed by the high N/P ratios (10.8-89.9) as well as by the low Chl-*a* values (AVG: $0.10 \pm 0.08 \mu\text{g C l}^{-1}$). Vertical distribution of Chl-*a* was similar among the stations, with lowest values in the surface and increasing trends toward the DCM, which depth varied from 56 to 89 m, depending on the stations depth. The Chl-*a* maximum of $0.32 \mu\text{g l}^{-1}$ was recorded at 70 m (St. 137). The POC incidences were low (AVG: $69.18 \pm 19.95 \mu\text{g C l}^{-1}$), as well as those of PN (AVG: $11.48 \pm 2.70 \mu\text{g N l}^{-1}$). Peaks of POC and PN were recorded at the DCM or below the thermocline, in agreement with the prokaryotes abundances, as confirmed by the highly significant correlation coefficients found both for POC ($r=0.52$, $P<0.01$) and PN ($r=0.42$, $P<0.05$). Moreover the significant negative correlation, connecting PN and LAP (leucine amino peptidase) ($r=-0.44$; $P<0.05$), suggested the occurrence of an intense microbial activity, mostly detected below the thermocline (Caruso *et al.*, 2014). The time required for decomposition (POC/LAP+ β -GLU, β -glucosidasi) was very heterogeneous (range: 1-33 days), highlighting the presence of organic polymers with different bioavailability degree. The high trophic heterogeneity was also confirmed by the C/N ratios, ranging between 4.61 and 10.10, with no evident spatial gradient. Conversely, the POC/Chl-*a* ratio always emphasized the occurrence of a more significant incidence of autotrophic biomasses at the DCM, where the ratios ranged between 256.1 and 451.5, while in the upper and lower layers they were comprised between 1119.9 and 2606.4. No significant correlations were found with the anchovy eggs and larvae distribution.

Conclusions - The integrated analysis of the trophic parameters and correlated indices has evidenced both the heterogeneity and the dynamism of the planktonic communities. As expected, the vertical distributions of most examined parameters, suggest the occurrence of intensive metabolic processes at the DCM, where phytoplankton find the equilibrium among adequate light quantity, water stability and sufficient nutrients for the autotrophic metabolism. Further studies would be needed to investigate if, how and how much, the planktonic trophodynamics and functionality can influence the anchovy recruitment dynamics in the spawning areas.

References

- BASILONE G., BONANNO A., PATTI B., MAZZOLA S., BARRA M., CUTTITTA A., McBRIDE R. (2013) - Spawning site selection by European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to oceanographic conditions in the Strait of Sicily. *Fish. Oceanogr.*, **22** (4): 309-323.
- CAROPPO C., FONDA UMANI S., LA FERLA R., AZZARO M., MAIMONE G., PLACENTI F., LAROSA R., CUTTITTA A., PATTI B. (2014) - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: structure and diversity. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 315-316.
- CARUSO G., AZZARO M., DECEMBRINI F., LAROSA R., MAIMONE M., CUTTITTA A., MONTICELLI L.S., ZACCONE R., PATTI B., LA FERLA R. (2014) - Planktonic communities in an anchovy spawning area of the Sicilian Channel: microbial activities. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 317-318.
- LEONARDI M., AZZARO F., AZZARO M., CARUSO G., MANCUSO M., MONTICELLI L.S., MAIMONE G., LA FERLA R., RAFFA F., ZACCONE R. (2009) - A multidisciplinary study of the Cape Peloro brackish area (Messina, Italy): characterisation of trophic conditions, microbial abundances and activities. *Mar. Ecol.*, **30** (Suppl. s1): 33-42.

S. CASABIANCA, A. CASABIANCA, P. RIOBÓ¹, J.M. FRANCO¹, M. VILA²,
S. CAPELLACCI, A. PENNA

Department of Biomolecular Sciences, Section of Environmental Biology, University of Urbino,
Viale Trieste, 296 - 61121 Pesaro, Italy.

silvia.casabianca@uniurb.it

¹CSIC-IEO, Av/E. Cabello, 6 - 36208 Vigo, Pontevedra, Spain.

²ICM-CSIC, Pg. Maritim de la Barceloneta, 37-49 - 08003 Barcelona, Spain.

QUANTIFICATION OF THE TOXIC DINOFLAGELLATE *OSTREOPSIS* SPP. BY qPCR ASSAY IN MARINE AEROSOL

QUANTIFICAZIONE DELLA DINOFLAGELLATA TOSSICA *OSTREOPSIS* SPP. ATTRAVERSO UN SAGGIO DI qPCR IN CAMPIONI DI AEROSOL MARINO

Abstract - In this study, a qPCR based method was applied for the quantification of the toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* in the complex matrix of marine aerosol at Sant Andreu de Llavaneres (northwestern Mediterranean Sea). Toxic events in humans have been reported during *O. cf. ovata* blooms and were attributed to palytoxin (PLTX)-like compounds produced by this microalga.

Key-words: HAB, *Ostreopsis cf. ovata*, marine aerosol, qPCR.

Introduction - Marine aerosols are airborne particles of both chemical and biological origin containing algal cells, bacteria, spores, and viruses, which are carried out by bubbles to the sea surface microlayer and to the atmosphere. Since the summer of 2005, in the Mediterranean Sea, growing concerns regarding the exposure to harmful marine aerosols associated with blooms of the toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis* spp. have been reported, as they represent major health and economic risks to human populations (Gallitelli *et al.*, 2005). *O. cf. ovata* is a toxic microalga that produce non protein palytoxin (PLTX) and PLTX analogs (Riobó *et al.*, 2006) such as ovatoxins (OVTXs) (Ciminiello *et al.*, 2010). In this context, we developed a qPCR assay for the quantification of *O. cf. ovata* cells in marine aerosol during a bloom together with a determination of PLTX-like compounds using hemolytic assay and liquid chromatography.

Materials and methods - The study was carried out at Sant Andreu de Llavaneres (41°33.13'N; 2°29.54'E) on the Catalan coast (Spain) between the 17th and 19th of August 2010, during an *Ostreopsis* spp. bloom event. Aerosol, seawater and macroalgal samples were collected intensively during a 36 h period. A total of 12 marine aerosol samples were collected on 15 cm diameter QM-A quartz filters (Whatman, Maidstone, UK) using two high volume air pump samplers, one located on the beach (Station S) and the other one farther from the sea (Station A). The quartz filters were split into two portions: one-half was devoted for molecular analysis and the remaining half of the quartz filter for toxin analysis. Marine aerosol samples were lysed using a sonication procedure, while macroalgal wash seawater and seawater were lysed using a freeze/thaw cycle protocol (three cycles of freeze/thaw at -80 °C/+65 °C for 15 min). The crude extracts containing genomic DNA were assayed by qPCR using designed primers for 204 bp specific amplified fragment (Perini *et al.*, 2011). The inhibitory activity of the quartz filter was evaluated by means of spiking experiments. In order to determine the recovery rate of *O. cf. ovata* cells from marine aerosol samples, new quartz filters were contaminated by filtration under gentle vacuum with 2 mL of seawater solution containing different amounts of *O. cf. ovata* CBA1681 cells and then assayed by qPCR.

Results - In the air, the presence of a high concentration of biotic and abiotic particles can lead to cross-reactivity and bias in PCR assays. The inhibitory activity of the filter matrix was excluded in spiking experiments. Moreover, due to the stringency of the washes of the aerosol complex matrix filters, *Ostreopsis* cellular loss needed to be evaluated. In order to normalize *O. cf. ovata* abundance in aerosol filters, a recovery rate, ranging from 65 to 20%, was applied to qPCR results. The two sampling stations showed variable cell numbers ranging from 1 to 102, data normalized to the smaller volume of filtered air (166 m³) (Casabianca *et al.*, 2013). In order to obtain the correct quantification of *O. cf. ovata* cells, macroalgae and surface seawater samples were analyzed by qPCR assay. Abundance ranged between 7.0×10^4 and 7.6×10^5 cells/g fw in macroalgae and between 3.5×10^3 and 1.1×10^5 cells/L in seawater. A significant positive correlation ($n=6$, Spearman $r=0.9276$, $P=0.0167$) was found between *O. cf. ovata* abundance in the surface seawater and in marine aerosol samples collected at the station on the beach, showing that higher abundance in the seawater was directly linked to an increased abundance of airborne *O. cf. ovata* cells. Instead, no significant correlation was found between the abundance in surface water and marine aerosol samples collected at the station far from the beach ($n=5$, Spearman $r=-0.9$, $P=0.0833$). The palytoxin content, by analytical determinations ranged from 0.1 to 1.2 pg/cell in macroalgae during the bloom. It was not possible to define the palytoxin content in aerosol filters due to the inadequate LOD of the analytical assays employed.

Conclusions - The developed qPCR assay is a highly sensitive and specific quantification method for the toxic *O. cf. ovata* in a complex matrix, such as marine aerosol. In the future, the application of the developed molecular assay together with the analytical techniques and epidemiological studies in areas affected by toxic blooms will allow us to relate *Ostreopsis* abundance in marine aerosol to respiratory syndromes in humans.

References

- CASABIANCA S., CASABIANCA A., RIOBÓ P., FRANCO J.M., VILA M., PENNA A. (2013) - Quantification of the toxic dinoflagellate *Ostreopsis* spp. by qPCR assay in marine aerosol. *Env. Sci. Tech.*, **47**: 3788-3795.
- CIMINIELLO P., DELL'AVERSANO C., DELLO IACOVO E., FATTORUSSO E., FORINO M., GRAUSO L., TARTAGLIONE L., GUERRINI F., PISTOCCHI R. (2010) - Complex palytoxin-like profile of *Ostreopsis ovata*. Identification of four new ovatoxins by high-resolution liquid chromatography/mass spectrometry. *Rap. Comm. Mass. Spectr.*, **24**: 2735-2744.
- GALLITELLI M., UNGARO N., ADDANTE L.M., PROCACCI V., GENTILONI SILVER N., SABBÀ C. (2005) - Respiratory illness as a reaction to tropical algal blooms occurring in a temperate climate. *JAMA*, **293**: 2599-2600.
- PERINI F., CASABIANCA A., BATTOCCHI C., ACCORONI S., TOTTI C., PENNA A. (2011) - New approach using the real-time PCR method for estimation of the toxic marine dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* in marine environment. *PLoS ONE*, **6**, doi: 10.1371/journal.pone.0017699.
- RIOBÓ P., PAZ B., FRANCO J.M. (2006) - Analysis of palytoxin-like in *Ostreopsis* cultures by liquid chromatography with precolumn derivatization and fluorescence detection. *Anal. Chim. Acta*, **566**: 217-223.

F. CERINO, A. BERAN, C. COMICI, L. COSCIA, D. FORNASARO, M. KRALJ, M. CABRINI

OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale),
Via Piccard, 54 - 34151 Trieste, Italy.
mcabrini@inogs.it

CARBON DIOXIDE EFFECTS ON GROWTH AND MORPHOLOGY OF THE COCCOLITHOPHORE *PLEUROCHRYDIS* CF. *PSEUDOROSCOFFENSIS*

EFFETTI DEL BIOSSIDO DI CARBONIO SULLA CRESCITA E SULLA MORFOLOGIA DEL COCCOLITOFORO PLEUROCHRYDIS CF. *PSEUDOROSCOFFENSIS*

Abstract - To investigate the stressful effects induced by pH variations due to different CO₂ concentrations on microalgae, two culture experiments were carried out on the coccolithophore *Pleurochrydis* cf. *pseudoroscoffensis*, isolated from the Gulf of Trieste. The results indicate that the strain is able to grow at the tested CO₂ concentrations with slight effects on morphology of the coccoliths covering the cells.

Key-words: carbon dioxide, coccolithophores, microalgae, photobioreactors, *Pleurochrydis* cf. *pseudoroscoffensis*.

Introduction - The CO₂ released in to the atmosphere as result of human activity is one of the main causes of global warming and ocean acidification. Coccolithophores are calcareous nanophytoplankton with external calcite plates (coccoliths) covering their surface. In the oceanic plankton communities, they are considered important primary producers, often responsible for dense and widespread blooms (Brown and Yoder, 1994) and play key roles in marine biogeochemistry as producers of organic carbon, carbonate and dimethylsulphide (Berger, 1976). The aim of this study was to investigate the effects induced by pH variations due to CO₂ emissions on growth and morphology of *Pleurochrydis* cf. *pseudoroscoffensis* Gayral & Fresnel 1983, a coccolithophore isolated from the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea).

Materials and methods - In the framework of the Italian project CO₂ Monitor, two culture experiments were carried out with *P. cf. pseudoroscoffensis* in vertical closed photobioreactors (PBRs): 20×10³ cells ml⁻¹ of the culture were inoculated in 12 L of medium at constant temperature (20±1 °C) and a light:dark cycle of 12:12 hours. One PBR was used as a control and only insufflated with air, the other one was insufflated with a mixture of air and CO₂. Two experiments were carried out with two different CO₂ concentrations (1 and 2%). Growth and cell size in light microscopy, morphology and coccolith size in scanning electron microscopy, particulate nitrogen (PN) and particulate inorganic and organic carbon (PIC and POC) content of the coccolithophore were investigated during the light and dark phases. Dissolved inorganic nutrient (nitrate and phosphate) concentrations and pH of the medium were also monitored.

Results - Both experiments (1 and 2% CO₂ with a pH limited to 7.5±0.3 and 7.1±0.1, respectively) showed evidence of increased growth rates at higher CO₂ concentrations (1.01 and 1.06, at 1 and 2%, respectively) compared to the controls (0.86 and 0.82), reflecting a lower duplication time (16 hours compared to 19 and 20 of the controls). Increasing CO₂ concentration caused a higher biomass maximum (4.32×10⁵ cell ml⁻¹ and 3.85×10⁵ cell ml⁻¹ compared to 2.86×10⁵ cell ml⁻¹ and 2.71×10⁵ cell ml⁻¹ of the controls) in both experiments. The maximum was reached earlier in the experiment with 2% CO₂. In regards to the dissolved inorganic nutrients in

the medium, nitrate (N-NO₃) uptake resulted much faster in the culture with the injection of CO₂ than in the control. Phosphates were sequestered earlier and at the same rate in both photobioreactors. The PN content did not show any evident variation between the control and the treatment in both experiments, while higher values of PIC and POC were observed in the cells exposed to CO₂ in respect to the control. A slight effect of higher CO₂ concentration (2%) was observed on both growth and carbon content with the maxima reached at an earlier stage compared to the experiment with 1% CO₂. Evident variations were not found in cell and coccolith size. In both experiments slight changes in morphology of coccoliths resulted from analysis of micrographs in scanning electron microscopy. Coccoliths particularly showed thinner inner tubes and a lower number of nodes compared to the control in the experiment with 1% CO₂.

Conclusions - These results indicate that the used strain is able to grow at the CO₂ concentrations tested here with a biomass increase. Similar results were reported for a congeneric species, *Pleurochrysis carterae*, which showed higher biomass when cultured with the addition of CO₂ (Casareto *et al.*, 2009; Moheimani and Borowitzka, 2011). The acidification of the medium due to an increase of CO₂ can cause changes in the size and morphology of coccoliths, as reported for another coccolithophore, *Emiliania huxleyi* (Bach *et al.*, 2012). In our case, very slight effects on cell and coccolith morphology of *P. cf. pseudoroscoffensis* were observed. Further experiments, modifying different environmental factors, will be useful to better understand the effects of CO₂ on growth of this coccolithophore.

References

- BACH L.T., BAUKE C., MEIER K.J.S., RIEBESELL U., SCHULZ K.G. (2012) - Influence of changing carbonate chemistry on morphology and weight of coccoliths formed by *Emiliania huxleyi*. *Biogeosciences*, **9**: 3449-3463.
- BERGER W.H. (1976) - Biogeneous deep sea sediments: production, preservation and interpretation. In: Rieley J.P., Chester R. (eds), *Chemical Oceanography*. Academic Press, New York: 265-388.
- BROWN C.W., YODER J.A (1994) - Coccolithophorid blooms in the global ocean. *J. Geophys. Res.*, **99**: 7467-7482.
- CASARETO B.E., NIRLAULA M.P., FUJIMURA H., SUZUKI Y. (2009) - Effects of carbon dioxide on the coccolithophorid *Pleurochloris carterae* in incubation experiments. *Aquat. Biol.*, **7**: 59-70.
- MOHEIMANI N., BOROWITZKA M. (2011) - Increased CO₂ and the effect of pH on growth and calcification of *Pleurochrysis carterae* and *Emiliania huxleyi* (Haptophyta) in semicontinuous cultures. *Appl. Microbiol. Biot.*, **90**: 1399-1407.

C. FACCA, F. BERNARDI AUBRY¹, S. FINOTTO¹, E. PONIS², F. ACRI¹, A.M. BAZZONI³

DAIS, Università Ca' Foscari di Venezia, Dorsoduro, 2137 - 30123 Venezia, Italia.

¹CNR-ISMAR, Arsenale-Tesa 104, Castello, 2737/F - 30122 Venezia, Italia.

fabrizio.bernardi@ismar.cnr.it

²Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) - 30015 Chioggia (VE), Italia.

³Dip. di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,

Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.

APPLICAZIONE DELL'INDICE MULTIMETRICO DEL FITOPLANCTON (MPI)

APPLICATION OF THE MULTIMETRIC PHYTOPLANKTON INDEX (MPI)

Abstract - The multimetric phytoplankton Index (MPI) was set up using past data from a restricted area in Venice lagoon. The present paper updates the data of Venice lagoon, adding also choked areas, and makes comparison with Sardinian transitional waters. The assessment of aquatic ecosystems is a main challenge of the European Directives in order to plan management actions. Some of the studied areas displayed the necessity of significant interventions.

Key-words: phytoplankton, Water Framework Directive, MPI, Venice, Sardinia.

Introduzione - Le direttive europee (Water Framework Directive 2000/60/CE e Marine Framework Strategy Directive 2008/56/CE) hanno promosso numerosi studi per la messa a punto e validazione di indici in grado di fornire una classificazione della qualità degli ambienti acquatici. In questo contesto è stata posta particolare attenzione alle informazioni che può fornire la biodiversità. L'indice multimetrico del fitoplancton (MPI) è stato messo a punto dando importanza alla composizione tassonomica e quindi ai fenomeni di dominanza e alla diversità, dimostrando di fornire valutazioni attendibili per le aree non confinate (Facca *et al.*, 2014) e confinate (Bazzoni *et al.*, 2013). Il presente lavoro si propone di fornire una validazione dell'indice con dati recenti per la laguna di Venezia e di verificare i valori delle condizioni di riferimento sia per le aree confinate che non, al fine di valutare le differenze tra le diverse tipologie. Alla luce di questi risultati aggiornati saranno verificate le correlazioni con le concentrazioni di nutrienti e le classificazioni saranno confrontate con quelle ottenute in alcune lagune della Sardegna.

Materiali e metodi - Campioni di acqua sono stati prelevati mensilmente nel 2010 in otto stazioni della laguna di Venezia (quattro stazioni in aree confinate e quattro stazioni in aree non confinate, N=108) e nelle lagune di Cabras, Calich, Santa Giusta e S'Ena Arrubia in Sardegna (N=220; Bazzoni *et al.*, 2013). In ciascuna area e per ogni campionamento, sono stati misurati i principali parametri ambientali (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto) e le concentrazioni dei nutrienti (fosforo reattivo, nitrati, nitriti, ammoniaca, silicati), oltre alle variabili necessarie all'applicazione dell'indice: la clorofilla *a*, il conteggio e l'identificazione tassonomica del fitoplancton. Per dimostrare le relazioni tra l'indice e le variabili abiotiche sono stati calcolati i coefficienti di correlazione di Pearson (significatività $p < 0,05$).

Risultati - L'abbondanza fitoplanctonica della laguna di Venezia è generalmente dominata da diatomee (ca. 60%), ma un contributo significativo è dato da forme sferiche di piccole dimensioni (nanoflagellate) che possono essere periodicamente dominanti (Bernardi Aubry *et al.*, 2013). Nel 2010, nelle aree confinate l'abbondanza media annuale delle diatomee è stata $0,74 \times 10^6$ cellule L^{-1} , ca. 19% del totale

($3,93 \times 10^6$ cellule L^{-1}), mentre nelle aree non confinate è stata di quasi 3×10^6 cellule L^{-1} , rappresentando più del 40% del totale ($4,82 \times 10^6$ cellule L^{-1}). Le nanoflagellate hanno rappresentato un gruppo rilevante nelle aree confinate, mentre sono risultate meno abbondanti, sia in termini assoluti che relativi, nelle aree non confinate. La concentrazione media annuale di clorofilla è stata di $5,42 \mu g L^{-1}$ nelle aree non confinate e $1,93 \mu g L^{-1}$ in quelle confinate. I bacini confinati di Cabras, Calich, Santa Giusta e S'Ena Arrubia hanno presentato una ricchezza in specie simile e valori di abbondanze annuali medie variabili da 2×10^6 a 5×10^9 cellule L^{-1} . La composizione tassonomica è stata caratterizzata in quasi tutte le aree da diatomee, mentre il contributo delle altre classi è risultato significativamente diverso: i cianobatteri sono stati dominanti a Cabras, mentre Santa Giusta e S'Ena Arrubia sono state caratterizzate da cloroficee e Calich da dinoflagellate. Le medie annuali di clorofilla *a* hanno evidenziato una forte variabilità spazio-temporale con valori oscillanti tra 7 e $141 \mu g L^{-1}$. Le concentrazioni dei nutrienti sono risultate più elevate in prossimità delle aree industriale e urbana della laguna di Venezia (DIN=61,6 μM , P-PO₄=1,00 μM) rispetto a quelle riscontrate in bocca di porto (DIN=26,0 μM , P-PO₄=0,20 μM), e nelle aree confinate della laguna di Venezia (DIN=29,3 μM , P-PO₄=0,46 μM) rispetto alle lagune sarde (DIN=31,2 μM , P-PO₄=2,55 μM). MPI è risultato correlato negativamente con P-PO₄ ($r=-0,52$, $p<0,05$) e positivamente con la salinità ($r=0,46$, $p<0,05$).

Conclusioni - Dopo la messa a punto dell'indice, la fase di validazione e l'individuazione delle condizioni di riferimento risultano essere il passaggio più delicato per arrivare alla classificazione di questi ambienti. In particolare, mentre per le aree non confinate, nei bacini considerati, si possono individuare zone di buona qualità ecologica, per le aree confinate sono disponibili solo dati di zone impattate e che richiedono interventi di miglioramento. Sarebbe quindi auspicabile pianificare osservazioni anche in bacini chiusi ma con buone condizioni. Dai valori dell'indice (MPI) delle aree non confinate risulta che le stazioni più influenzate dal ricambio di marea sono classificabili come buone, mentre nella zona industriale e urbana come moderate. Per le aree confinate, sia nella laguna di Venezia che nelle lagune sarde, è stata riscontrata una minore variabilità spaziale ed in generale condizioni di qualità più uniformi. Nel complesso i bacini sardi sono risultati in condizioni peggiori rispetto alle aree confinate della laguna di Venezia. Le concentrazioni dei nutrienti confermano la validità della classificazione per le aree non confinate con valori maggiori in prossimità delle aree industriale e urbana rispetto alla bocca di porto, e le migliori condizioni ambientali delle aree confinate della laguna di Venezia rispetto alle lagune sarde.

Bibliografia

- BAZZONI A.M., PULINA S., PADEDDE B.M., SATTI C.T., LUGLIÈ A., SECHI N., FACCA C. (2013) - Water quality evaluation in Mediterranean lagoons using the Multimetric Phytoplankton Index (MPI): Study cases from Sardinia. *Transit. Waters Bull.*, **7**: 64-76.
- BERNARDI AUBRY F., ACRI F., BIANCHI F., PUGNETTI A. (2013) - Looking for patterns in the phytoplankton community of the Mediterranean microtidal Venice Lagoon: evidence from ten years of observations. *Sci. Mar.*, **77** (1): 47-60.
- FACCA C., BERNARDI AUBRY F., SOCAL G., PONIS E., ACRI F., BIANCHI F., GIOVANARDI F., SFRISO A. (2014) - Description of a Multimetric Phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters. *Mar. Poll. Bull.*, **79**: 145-154.

A. KARUZA, A. BERAN, C. DE VITTOR, P. DEL NEGRO, S. FONDA UMANI*

OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale), Sezione Oceanografia,
Via A. Piccard, 54 - 34151 Trieste, Italy.
akaruz@ogs.trieste.it

*Department of Life Sciences, University of Trieste, Via Valerio, 28/1 - 34127 Trieste, Italy.

THE ROLE OF VIRIOPLANKTON IN MUCILAGE DYNAMICS

RUOLO DEI VIRUS NELLE DINAMICHE LEGATE ALLE MUCILLAGINI

Abstract - Mucilage affects negatively the economic activities of the Northern Adriatic Sea such as tourism, fishery and shellfish farming. In order to comprehend the role of viral shunt in mucilage formation five experiments to assess virus-mediated mortality of prokaryotes were performed on natural assemblages collected in the Gulf of Trieste on seasonal basis by performing the dilution method in the absence of grazers. Heterotrophic prokaryotes (HP) were lysed by viral infection in all experiments except in winter whereas phototrophic prokaryotes (PP) resulted always unaffected. Particularly high amount of organic carbon flew through viral shunt in May ($50.5 \mu\text{gC L}^{-1}\text{d}^{-1}$) and in June ($74.4 \mu\text{gC L}^{-1}\text{d}^{-1}$) when mucilage appearance occurred, evidencing the strong intensity of viral lysis with its possible implication in this phenomenon.

Key-words: mucilage, virus, prokaryotes, carbon flux, Adriatic Sea.

Introduction - The mucilage phenomenon in the Northern Adriatic has been faced from different points of view and the findings of the scientific community converge that the process of mucus formation is a result of the combination of environmental conditions, algal and microbial activity (Turk *et al.*, 2010), possibly related to P-limitation (Fonda Umani *et al.*, 2007). The theory based on malfunctioning of the microbial loop suggests the presence of uncoupling between organic matter degradation and its utilization, leading to the massive accumulation of polysaccharides and dissolved compounds in the water column and, then, to their coalescence (Azam *et al.*, 1999). Viruses are possibly one of the important players since the viral infection and consequent lysis of the host cell releases intracellular dissolved organic compounds in the surrounding water. This study represents the first experimental approach to estimate the viral shunt in a year affected by a particularly intense mucilage event.

Materials and methods - Experiments were carried out on seasonal basis on 15/12/1999, 7/02/2000, 15/05/2000, 7/08/2000 and on 12/06/2000 during the mucilage event. Mucous-free water samples were collected from the sub-surface layer (~1 m) at a coastal station (45°42'03"N, 13°42'36"E) of the Gulf of Trieste (st. C1) with a 5 L Niskin bottle and processed at the land laboratory within 1 h. Virus-mediated mortality (VMM) was assessed by use of modified dilution protocol (Landry and Hassett, 1982) and prokaryotic and viral abundances were determined by fluorescence microscopy using fluorochromes (DAPI and SYBR Green I respectively) as described in Karuza *et al.* (2010). For DOC analyses the HTCO method was applied (De Vittor *et al.*, 2008). Prokaryotic Carbon Production (PCP) was assayed by the incorporation of [^3H]-Leu (Kirchman *et al.*, 1985). Cell numbers were converted into carbon biomass using a factor of $250 \text{ fgC cell}^{-1}$ for PP, 20 fgC cell^{-1} for HP and 0.2 fgC for viruses.

Results - The viral control on HP resulted of variable intensity according to the season whilst PP resulted always unaffected (Tab. 1). Particularly high mortality rates of HP population due to viral lysis were detected in May and June, i.e. in the period before and during massive mucilage formation, but considering that HP standing stock was relatively restricted ($10.8 \mu\text{gC L}^{-1}$ in May and $16.6 \mu\text{gC L}^{-1}$

in June) the HP turnover resulted considerable, thus accounting for 467% d⁻¹ and 448% d⁻¹, respectively. The highest discrepancy between rates of the incorporation of C into prokaryotes (PCP) and prokaryotic mortality due to lysis (VMM of HP) was observed during the mucilage event. In that period the PCP rate was low in comparison to the other months whereas the amount of DOC reached the highest concentration among the investigated periods. Our hypothesis is that the metabolic processes of particular intensity were restricted only to a portion of HP standing stock, by selectively killing the most dominant taxa, (*killing the winner* hypothesis), which were likely the most active members of the community. It is probable that this portion of HP was successfully encountered by viruses and lysed after a short latent period with high burst rate, thus justifying high viral abundance.

Tab. 1 - DOC, the carbon pool of viruses, HP and PP (μgC L⁻¹) and carbon fluxes through PCP and VMM of HP (μgC L⁻¹ d⁻¹) in 5 experiments conducted (*np=not present; **n.s.=not significant).

DOC, il contenuto in carbonio dei virus, HP e PP (μgC L⁻¹) e i flussi di carbonio attraverso la PCP e VMM dei HP (μgC L⁻¹ d⁻¹) nei 5 esperimenti (*np=non presenti; **n.s.=non significativi).

	DOC μgC L ⁻¹	viruses μgC L ⁻¹	HP μgC L ⁻¹	PP μgC L ⁻¹	PCP μgC L ⁻¹ d ⁻¹	VMM of HP μgC L ⁻¹ d ⁻¹
December	1217	0.60	19.2	0.6	5.5	20.0
February	910	0.25	4.3	*n.p.	2.9	**n.s.
May	1310	0.08	10.4	2.4	10.3	50.5
August	1440	0.21	23.3	7.2	18.7	31.3
June (mucilage)	1550	0.74	16.4	9.6	3.8	74.4

Conclusions - In the framework of seasonal investigations, this study evidenced that viral lysis on HP during a mucilage event strongly contributed to maintain the organic matter in its dissolved form which in turn did not result efficiently processed by uninfected prokaryotes, explaining at least partly the high amount of organic matter that with time became refractory and could aggregate forming mucilage.

References

- AZAM F., FONDA UMANI S., FUNARI E. (1999) - Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic sea. *Ann. Ist. Super. Sanità*, **35** (3): 411-419.
- DE VITTOR C., PAOLI A., FONDA UMANI S. (2008) - Dissolved organic carbon variability in a shallow coastal marine system (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **78**: 280-290.
- FONDA UMANI S., DEL NEGRO P., LARATO C., DE VITTOR C., CABRINI M., CELIO M., FALCONI C., TAMBERLICH F., AZAM F. (2007) - Major inter-annual variations in microbial dynamics in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea) and their ecosystem implications. *Aquat. Microb. Ecol.*, **46**: 163-175.
- KARUZA A., DEL NEGRO P., CREVATIN E., FONDA UMANI S. (2010) - Viral production in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): preliminary results using different methodological approaches. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **383**: 96-104.
- KIRCHMAN D., K'NEES E., HODSON R. (1985) - Leucine incorporation and its potential as a measure of protein synthesis by bacteria in natural aquatic systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, **49**: 599-607.
- LANDRY M.R., HASSETT R.P. (1982) - Estimating the grazing impact of marine microzooplankton. *Mar. Biol.*, **67**: 283-288.
- TURK V., HAGSTRÖM Å., KOVAČ N., FAGANELI J. (2010) - Composition and function of mucilage macroaggregates in the northern Adriatic. *Aquat. Microb. Ecol.*, **61**: 279-289.

M. UTTIERI, I. IERMANO, D. CIANELLI, L. SABIA, R. SANDULLI, G. SPEZIE,
E. ZAMBIANCHI, M.G. MAZZOCCHI*

Department of Sciences and Technologies, University of Naples "Parthenope",
Centro Direzionale di Napoli, Isola C4 - 80143 Napoli, Italy.
marco.uttieri@uniparthenope.it

*Lab. Ecology and Evolution of Plankton, Stazione Zoologica A. Dohrn,
Villa Comunale - 80121 Napoli, Italy.

COUPLING OF AN INDIVIDUAL-BASED MODEL AND VERTICAL HYDRODYNAMICS TO INVESTIGATE THE CALANOID COPEPOD *CLAUSOCALANUS FURCATUS* VERTICAL DISTRIBUTION

INTEGRAZIONE DI UN INDIVIDUAL-BASED MODEL E DELL'IDRODINAMISMO VERTICALE PER STUDIARE LA DISTRIBUZIONE VERTICALE DEL COPEPODE CALANOIDE *CLAUSOCALANUS FURCATUS*

Abstract - The swimming behaviour of individual specimens of the calanoid copepod *Clausocalanus furcatus* is coupled with the vertical velocity of the water column resulting from numerical simulations of the three-dimensional circulation of the Gulf of Naples. The results of this integrated Individual-Based Model provide new insights into the concomitant role of individual motion and water currents in depicting the vertical distribution of the copepod population, which is always confined to the upper layers of the water column.

Key-words: Individual-Based Model, *Clausocalanus furcatus*, ROMS, Gulf of Naples.

Introduction - The calanoid copepod *Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883) is a widespread species in epipelagic waters of oligotrophic (Peralba and Mazzocchi, 2004) and coastal eutrophic regions (Mazzocchi and Ribera d'Alcalà, 1995). A unique feature of this species is its incessant swimming behaviour, which consists of high-speed consecutive loops (10 mm s⁻¹ on average) alternating with fast linear relocations (Mazzocchi and Paffenhöfer, 1999; Uttieri *et al.*, 2008). More recent observations (Bianco *et al.*, 2013) show regular patterns of motion in the horizontal plane, likely allowing the copepod to adapt its swimming to the conditions it experiences in the real environment. In the Gulf of Naples it presents a major peak of abundance in August and a secondary peak in October-November (Mazzocchi and Ribera d'Alcalà, 1995; Peralba and Mazzocchi, 2004). The copepod is always present above the thermocline, without any nycthemeral or seasonal variation in the vertical distribution (e.g., Peralba and Mazzocchi, 2004). In this work we investigate how the individual swimming motion, coupled with the vertical component of the water current, cooperate in depicting the vertical pattern of distribution of *C. furcatus*. In particular, we implemented an Individual-Based Model of copepod' swimming and we nested it with the vertical velocity of the water column as reconstructed through numerical simulations.

Materials and methods - The individual behaviour of *C. furcatus* was reconstructed starting from two-dimensional recordings of freely swimming specimens (Mazzocchi and Paffenhöfer, 1999; Uttieri *et al.*, 2008). In particular, kinematic properties related to the vertical component of the motion, turning rate and jump frequency were derived from video observations and used as input for the implementation of a species-specific realistic model based on a modulated random walk. A 3D numerical model implementation of the circulation of the Gulf of Naples was set up using

the Regional Ocean Modeling System (ROMS), a 3D, free-surface, hydrostatic, primitive equation, finite difference model (Shchepetkin and McWilliams, 2003). The vertical component of the current velocity, as well as hydrological vertical profiles (temperature, salinity, density), were extracted in correspondence of fixed stations of the gulf in specific periods of the year. The horizontal resolution was 1 km, with a variable vertical resolution of 30 sigma layers. Initial and open boundaries conditions used in the numerical simulations were obtained from the daily output of Mediterranean Forecasting System (MFS) in the framework of MyOcean system. The ROMS model was forced by SKIRON atmospheric model outputs. Freshwater daily conditions of the Sarno river were also included in the model simulation.

Results - Modelled vertical distributions of *C. furcatus* show good agreement with *in situ* observations in the Gulf of Naples. In particular, the results of this integrated model reveal important interplay between individual motion and current dynamics in shaping the pattern of distribution of the copepod, and that the population vertical distribution can be considered as the result of processes acting over different spatial and temporal scales. Our results also highlight the critical relationship with the hydrology of the water column. The vertical distributions resulting from our simulations are further complemented with Richardson number profiles to relate copepod population structure to the turbulent structure of the flow field.

Conclusions - The coupled IBM discussed here provide interesting insights into the different roles of individual swimming behaviour and local hydrodynamics in determining the distributional patterns of the species, and hint at possible behavioural adjustments controlling the vertical displacements of the copepod population. In a more general view, this study stresses the importance of relating and complementing individual-scale observations to the hydrodynamics of the fluid environment to get a more accurate understanding of the processes shaping the distributional patterns observed.

References

- BIANCO G., BOTTE V., DUBROCA L., RIBERA D'ALCALÀ M., MAZZOCCHI M.G. (2013) - Unexpected regularity in swimming behavior of *Clausocalanus furcatus* revealed by a telecentric 3D computer vision system. *PLoS ONE*, **8**, doi: 10.1371/journal.pone.0067640.
- MAZZOCCHI M.G., PAFFENHÖFER G.-A. (1999) - Swimming and feeding behaviour of the planktonic copepod *Clausocalanus furcatus*. *J. Plankton Res.*, **21**: 1501-1518.
- 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.
- PERALBA À., MAZZOCCHI M.G. (2004) - Vertical and seasonal distribution of eight *Clausocalanus species* (Copepoda: Calanoida) in oligotrophic waters. *ICES J. Mar. Sci.*, **61**: 645-653.
- SHCHEPETKIN A.F., MCWILLIAMS J.C. (2003) - A method for computing horizontal pressure-gradient force in an oceanic model with a nonaligned vertical coordinate. *J. Geophys. Res.*, **108** (C3), doi: 10.1029/2001JC001047.
- UTTIERI M., PAFFENHÖFER G.-A., MAZZOCCHI M.G. (2008) - Prey capture in *Clausocalanus furcatus* (Copepoda: Calanoida). The role of swimming behaviour. *Mar. Biol.*, **153**: 925-935.

The research of M. Uttieri was supported by the MOKA project (Modelling and Observation of zooplanKtonic orgAnisms; ID: RBFRI0VF6M) financed by the Italian Ministry of Education, University and Research. L. Sabia was financially supported by a post-doctoral bursary in the framework of the MOKA project. This work has been co-funded by the Flagship Project RITMARE - The Italian Research for the Sea - coordinated by the Italian National Research Council and funded by the Italian Ministry of Education, University and Research within the National Research Program 2011-2013.

K.F.A. ABDELRHMAN, A. UGOLINI, M. SCHINTU*, A. MENGONI

Department of Biology, University of Florence,
Via Madonna del Piano, 6 - 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italy.
alessio.mengoni@unifi.it

*Department of Health, Molecular and Clinical Medicine, University of Cagliari, Cagliari, Italy.

EXPLORING THE PATTERN OF SEASONAL DYNAMIC DIVERSITY OF SARDINIAN SANDY SHORES MICROBIOMES

ESPLORAZIONE DELLE DINAMICHE DI DIVERSITÀ MICROBICA STAGIONALE IN MICROBIOMI DI SPIAGGE SABBIOSE SARDE

Abstract - Sandy beaches have an important ecological role as transition zones between land and sea, but to date have poorly been considered for their microbial communities. Here, we report results from an analysis of bacterial communities (microbiomes) carried out with a cultivation-independent technique, Terminal-Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP), in sandy beaches of Marine Protected Areas of Sardinia. Data obtained showed that sandy beaches are hosting a considerable bacteria diversity, which is influenced by seasonal changes. In particular, an increase of diversity in spring compared to autumn was detected, as well as the presence of several taxa of marine origin. Further analyses will be necessary to decipher the taxa most affected in relation to the seasonal change and define the functional activities carried out by the sandy beach microbiome.

Key-words: microbiomes, sandy beaches, T-RFLP, Sardinia.

Introduction - Sandy beaches may be considered as filters that trap biocatalytic substances of various nature coming from terrestrial and marine environment. Microorganisms that inhabit marine sediments are possibly involved in the mineralization of organic matter and degradation of pollutants, also regulate the balance of various biogeochemical cycles. Despite of their ecological importance few studies described microbial communities composition (microbiome) of supralittoral sediments of sandy beaches. Very recently, we showed that supralittoral sediments in Favignana Island, hold a large bacteria diversity (Bacci *et al.*, in press), which could in theory be influenced by geographical and seasonal variables. To address this last issue we investigated the microbiome present in supralittoral sandy sediments of different Marine Protected Areas of Sardinia (Italy) aiming to describe their taxonomic composition and the temporal and spatial dynamics.

Materials and methods - 18 different sites in Sardinia were sampled in September 2012, May 2013 and October 2013. DNA was extracted from sand samples by using Fast-DNA Kit for Soil (QBiogene), and 16S rRNA gene was amplified by using 799f/P6 universal bacterial primers. The taxonomic fingerprint of the microbiome was defined by applying the Terminal-Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) technique on amplified DNA (Mengoni *et al.*, 2007). Statistical and bioinformatic analyses were performed as already described (Mengoni *et al.*, 2013).

Results - Obtained results indicate that there are no geographically-related patterns of microbiome diversity. On the contrary a strong effect of seasonal dynamics was detected in biodiversity indices (Simpson, Shannon Wiever, Richness and Evenness indices) with an increase of diversity in late spring compared to late summer-autumn (up to 2.7 times). Finally, considering the taxonomic composition, members of phylum Actinobacteria represented 46%. The phylum Protobacteria represented 37% of total taxa, with a large dominance of members from the classes of Alphaproteobacteria and Gammaproteobacteria, including several marine taxa as Oceanosprillales, Halomonadaceae, and Erytrobacteriaceae (Fig. 1).

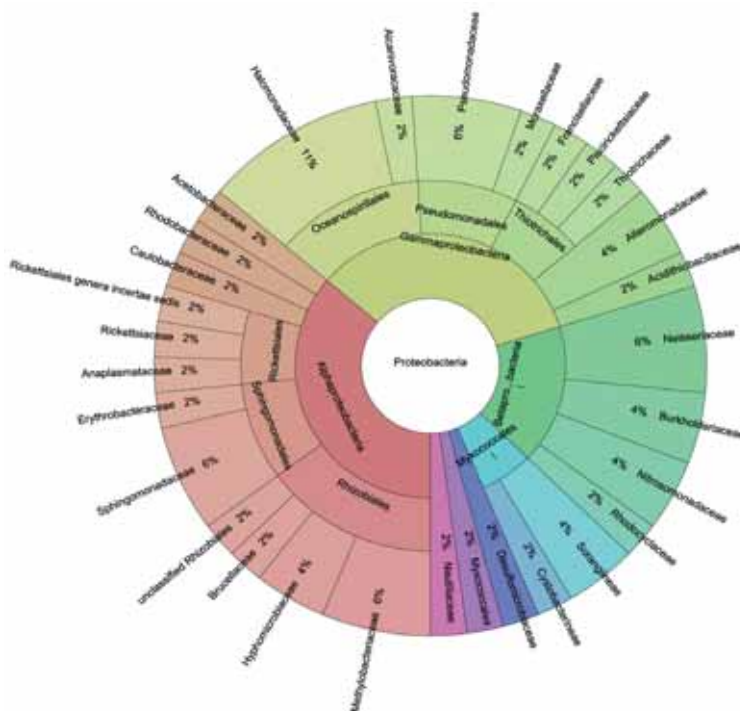


Fig. 1 - Representation of the taxonomic composition of Proteobacteria in Sardinian sandy beaches. The different Proteobacteria classes, orders, and families are reported.

Rappresentazione della composizione tassonomica dei Proteobacteria nelle spiagge sarde con indicate le famiglie, ordini e classi di Proteobacteria identificati.

Conclusions - A seasonal pattern in the levels of biodiversity was detected, with a sharp increase in taxonomic richness values in the spring season and a decline during late summer/autumn, possibly due to corresponding fluctuations of organic carbon in the sediments in relation to winter and spring storms. Concerning the taxonomic composition, presence of a large fraction of bacterial taxa related to the marine environment was found, as well as of ammonia oxidizing taxa, as was already detected for supralittoral sediments of Favignana Island (Bacci *et al.*, in press). Further analyses are needed to analyze the taxa most affected in relation to the seasonal change and define the functional activities carried out by the sandy beach microbiome.

References

- BACCI G., PAGOTO E., PASSAPONTI M., VANNOCCI P., UGOLINI A., MENGONI A. (in press) - Composition of supralittoral sediments bacterial communities in a Mediterranean island. *Ann. Microbiol.*
- MENGONI A., FOCARDI A., BACCI G., UGOLINI A. (2013) - High genetic diversity and variability of bacterial communities associated with the sandhopper *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea, Amphipoda). *Estuar. Coast. Shelf S.*, **131**: 75-82.
- MENGONI A., GIUNTINI E., BAZZICALUPO M. (2007) - Application of Terminal-Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) for Molecular Analysis of Soil Bacterial Communities. In: Varma A. (ed), *Advanced Techniques in Soil Microbiology*. Springer, New-York: 295-305.

S. ARMELI MINICANTE, S. MICHELET, F. BRUNO¹, G. CASTELLI¹, F. VITALE¹,
M. MORABITO², G. GENOVESE², A. SFRISO

Department of Environmental Sciences, Informatics & Statistics, University Ca' Foscari Venezia,
Dorsoduro, 2137 - 30123 Venezia, Italy.
simona.armeli@unive.it

¹Centro di Referenza Nazionale per le Leishmaniosi (C.Re.Na.L.), Ist. Zooprofilattico Sperimentale
della Sicilia, Viale G. Marinuzzi, 3 - 90129 Palermo, Italy.

²Department of Biological and Environmental Sciences (Botany), University of Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italy.

ALIEN SEAWEEDS AS POTENTIAL RESOURCES AGAINST LEISHMANIASIS DISEASE

LE MACROALGHE ALIENE QUALI POTENZIALI RISORSE CONTRO LA LEISHMANIOSI

Abstract - Sulfated polysaccharides derived from marine macroalgae have been shown to possess a variety of biological activities against fungi, bacteria, viruses and protozoa. The aim of this study is to investigate the *in vitro* activity of polysaccharides against *Leishmania infantum* (Trypanosomatida, Euglenozoa). The polysaccharides were extracted from different alien macroalgae of Mediterranean Sea: *Agardhiella subulata* (Rhodophyta, Gigartinales), *Hypnea cornuta* (Rhodophyta, Gigartinales), *Sargassum muticum* (Heterokontophyta, Fucales) and *Undaria pinnatifida* (Heterokontophyta, Laminariales).

Key-words: alien seaweeds, polysaccharides, *Leishmania infantum*, Mediterranean Sea.

Introduction - Marine algae are a great sources of natural products that play an invaluable role in the drug discovery process. Many reports have been published about isolated compounds from algae with biological activity, demonstrating their ability to produce metabolites different from those found in terrestrial species, with high complexity and unlimited diversity of pharmacological and/or biological properties (Chanda *et al.*, 2010). Among these, sulphated polysaccharides, are widely used in food and cosmetic industries, but also acknowledged as endowed with a rather low toxicity and numerous biological activities, including antiviral, anticoagulant, anti-tumoral, antimetastatic and anti-inflammatory effects, worthwhile for clinical uses (das Chagas Faustino Alves *et al.*, 2012; Jiao *et al.*, 2011; Parthiban *et al.*, 2012; Genovese *et al.*, 2013). Therefore, applications of macroalgal products are more and more frequent both in human and veterinary medicine. In this study, sulphated polysaccharides were extracted from different species of alien macroalgae and were tested against the protozoan *L. infantum* (MHOM/IT/80/IPT1), the prevalent agent of leishmaniasis in the Mediterranean, endemic in Italy. Leishmaniasis is a disease with a worldwide distribution affecting both humans and animals. There is increasing awareness that drug treatment can be complicated by variation in the sensitivity of *Leishmania* species to drugs, variation in pharmacokinetics, and variation in drug-host immune response interaction (Manna *et al.*, 2009).

Materials and methods - Samples of *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft *et* M.J. Wynne, *Hypnea cornuta* (Kützinger) J. Agardh, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt and *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar were collected in Venice Lagoon and in Lake Ganzirri (Italy) during 2013. The algae were washed with fresh water, dried in an oven and pulverized. The samples obtained were macerated in absolute ethanol and acetone, in order to eliminate pigments and lipids. Subsequently they were incubated in distilled water at 70 °C for 24 hours. The residue was removed by centrifugation, and the supernatant was added with 96% ethanol (V/V) to obtain

the crude extract through precipitation. Flasks containing 5 ml of culture medium RPMI-PY, were inoculated with 4×10^6 ml⁻¹ promastigotes and treated with serial concentrations of the polysaccharide extract (20, 40, 80 and 160 µg ml⁻¹). After 48 hour treatment at 24 °C, we proceeded to the evaluation of the percentage of *Leishmania* viability by cell counting, and comparison with the control culture (100% viability). The apoptotic effect of the algal compounds direct toward *Leishmania infantum* was estimated by fluorescence microscopy.

Results - The polysaccharides of the red alga *Hypnea cornuta* showed a temporary effect against *L. infantum*: at 40 µg ml⁻¹ polysaccharide concentration the vitality of *Leishmania* decreases, to resume at 80-160 µg ml⁻¹ concentration. The polysaccharides of *Agardhiella subulata*, instead, do not show anti-leishmanial effects: indeed the viability of the parasites remains always at 100%. Finally, the brown seaweeds *Undaria pinnatifida* and *Sargassum muticum* had a great anti-leishmanial activity: at the maximum concentration of inoculated polysaccharides, the mortality of the parasite was 100%.

Conclusions - Preliminary results showed that these algal extracts had remarkable antileishmanial activity revealing the studied species as a great source of natural antiprotozoal products.

References

- CHANDA S., DAVE R., KANERIA M., NAGANI K. (2010) - Seaweeds: A novel, untapped source of drugs from sea to combat Infectious diseases. In: Méndez-Vilas A. (ed), *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. Formatex Research Center: 473-480.
- DAS CHAGAS FAUSTINO ALVES M.G., DORE C.M.P.G., CASTRO A.J.G., DO NASCIMENTO M.S., CRUZ A.K.M., SORIANO E.M., BENEVIDES N.M.B., LEITE E.L. (2012) - Antioxidant, cytotoxic and hemolytic effects of sulfated galactans from edible red alga *Hypnea musciformis*. *J. Appl. Phycol.*, **24** (5): 1217-1227.
- GENOVESE G., LEITNER S., ARMELI MINICANTE S., LASS-FLÖRL C. (2013) - The Mediterranean red alga *Asparagopsis taxiformis* has antifungal activity against *Aspergillus* species. *Mycoses*, **56**: 516-519.
- JIAO G., YU G., ZHANG J., EWART H.S. (2011) - Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae. *Marine Drugs*, **9**: 196-223.
- MANNA L., REALE S., VITALE F., GRAVINO A.E. (2009) - Evidence for a relationship between *Leishmania* load and clinical manifestations. *Res. Vet. Sci.*, **87**: 76-78.
- PARTHIBAN C., PARAMESWARI K., SARANYA C., HEMALATHA A., ANANTHARAMAN P. (2012) - Production of sodium alginate from selected seaweeds and their physiochemical and biochemical properties. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*: 1-4.

A. BRUNELLI, A. BUOSI, C. BRAGATO, A. SFRISO, S. DANIELE, A. MARCOMINI

Department of Environmental Sciences, Informatics & Statistics (DAIS), Università Ca' Foscari Venezia,
Calle Larga S. Marta, 2137 – 30123 Venezia, Italia.
andrea.brunelli@unive.it

EFFECTS OF SILVER ENGINEERED NANOPARTICLES TO THE ADRIATIC SEA RHODOPHYCEA *CENTROCERAS CLAVULATUM* (C. AGARDH) MONTAGNE (PRELIMINARY DATA)

EFFETTI DI NANOPARTICELLE INGEGNERIZZATE DI ARGENTO SULLA RHODOPHYCEA DEL MAR ADRIATICO CENTROCERAS CLAVULATUM (C. AGARDH) MONTAGNE (DATI PRELIMINARI)

Abstract - The inhibition growth of marine macroalga *Centroceras clavulatum* due silver engineered nanoparticles and ionic Ag was investigated over 8 days. The speciation behaviour of silver in water and the comparison between n-Ag and Ag⁺ toxicity were evaluated.

Key-words: silver engineered nanoparticles, *Centroceras clavulatum*, seawater, ecotoxicity.

Introduction - Nowadays silver engineered nanoparticles (n-Ag) are one of the most widespread nanomaterial in a broad variety of applications. A recent survey by Piccinno *et al.* (2012) highlighted 55 (5.5-550) and 5.5 (0.6-55) t y⁻¹ as the median (25/75 percentile) of production/utilization quantities of n-Ag, becoming a key parameter in environmental risk assessment and monitoring. As reported by Gottschalk *et al.* (2013), the estimate of n-Ag release that could reach wastewater treatment plant (WWTP) is in the range of 0.05-0.2 µg l⁻¹ and 1-8 mg kg⁻¹ as biosolids. Therefore, n-Ag could be entered in the aquatic compartment, as the Northern Adriatic Sea, which is strongly influenced by river runoff. Recent literature highlighted that n-Ag may be directly and/or indirectly toxic to marine organisms, e.g. causing oxidative stress or damaging cell membranes but results are still contradictory (Macken *et al.*, 2012). Upon entering marine ecosystem, complexation and speciation of silver has to be taken into account when assessing silver ecotoxicity. The aim of this research is to compare toxicity of n-Ag with AgNO₃ in the marine macroalga *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Mantagne, in order to highlight the role of n-Ag with respect to free Ag⁺.

Materials and methods - The selected n-Ag were previously characterized by means of different techniques (primary size distribution: 40-90 nm; irregular elongated polyhedrons; specific surface area: 3.8±0.1 m² g⁻¹). AgNO₃ was purchased from Sigma-Aldrich ACS Reagent ≥99.0%. Since the speciation behavior of n-Ag in marine environment, linear stripping voltammetry technique was selected to measure the n-Ag/Ag⁺ variation ratio over time. Natural Seawater (NSW), collected in the Lido coastline, Venice, Italy (33 psu salinity) and filtered to 0.22 µm, was employed in the preparation of all samples. *C. clavulatum*, sampled along the Lido coastline was cultured in accordance with Eklund 2005, using filtered SW. Samples were kept one day at environmental conditions (T=14±2 °C and 10:14 light:dark photoperiod) for acclimation. Clones of the same thallus, approx. 1-1.5 cm, were tested and kept in 50 ml of NSW at 22±2 °C and 14:10 light:dark. The tested concentrations were 2.5 mg l⁻¹ for n-Ag, placing the macroalgae immediately, as well as after, 10 days (i.e. aged n-Ag) incubation, and 0.025, 0.25 and 2.5 mg l⁻¹ of AgNO₃, over 8 days. Experiments were performed on three replicates with three specimens for each sample. Each thallus growth was measured every 24 h by light microscope (Leica WILD M3Z provided with photocamera Leica DFC295).

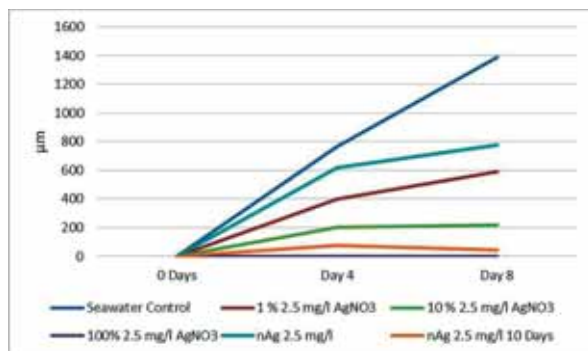


Fig. 1 - Samples growth at $t=0$ days, $t=4$ days, $t=8$ days.
Crescita dei campioni a $t=0$ giorni, $t=4$ giorni e $t=8$ giorni.

Results - The release of silver ions from n-Ag was in the range of 8-10% with respect to the initial concentration (2.5 mg l^{-1}), reaching stability values after at least 10 days. Fig. 1 shows the growth of each thallus over 8 days of experiments. Algae in NSW controls shown an average growth of 767 µm after 4 days whereas 1392 µm after 8 days. The average growth of the samples with AgNO_3 was lower than controls. In particular, after 8 days of experiments at 0.025 mg l^{-1} of AgNO_3 , the average increase of samples

was of 592 µm (after 4 days: 400 µm), while it was lower (200 and 216 µm after 4 and 8 days, respectively) for samples with 0.25 mg l^{-1} of AgNO_3 . As far as the samples treated with 2.5 mg l^{-1} of AgNO_3 , no growth was observed and macroalgae underwent a tissue depigmentation. As regards the toxicity of n-Ag, samples placed immediately after the addition of 2.5 mg l^{-1} n-Ag, showed an average growth of 617 µm after 4 days and of 775 µm after 8 days. The average thallus growth considerably decreased considering aged n-Ag samples: 75 µm after 4 days and 42 µm after 8 days.

Conclusions - Silver ions are known to cause adverse effects to marine organisms. The speciation behaviour of silver in water and the comparison between n-Ag and Ag^+ toxicity were evaluated. Preliminary results collected in this work highlighted that aged n-Ag at 2.5 mg l^{-1} displayed higher inhibition growth than that observed on samples with AgNO_3 at the same nominal concentration. Moreover, aged n-Ag significantly decreased samples growth in comparison with n-Ag immediately added to *C. clavulatum*, confirming the Ag release. The overall results highlighted that it is not simply the chemical nature of n-Ag responsible for the observed effect but also other parameters (e.g. surface properties, reactivity, speciation and complexation of n-Ag) could play a role inhibiting the marine macroalgae growth.

References

- EKLUND B. (2005) - Development of a growth inhibition test with the marine and brackish water red alga *Ceramium tenuicorne*. *Mar. Pollut. Bull.*, **20**: 921-930.
- GOTTSCHALK F., SUN T., NOWACK B. (2013) - Environmental concentrations of engineered nanomaterials: Review of modeling and analytical studies. *Environ. Pollut.*, **10**: 287-300.
- MACKEN A., BYRNE H.J., THOMAS K.V. (2012) - Effects of salinity on the toxicity of ionic silver and Ag-PVP nanoparticles to *Tisbe battagliai* and *Ceramium tenuicorne*. *Ecotox. Environ. Safe.*, **86**: 101-110.
- PICCINNO F., GOTTSCHALK F., SEEGER S., NOWACK B. (2012) - Industrial production quantities and uses of ten engineered nanomaterials in Europe and the world. *J. Nanopart. Res.*, **14**: 1-11.

G. CALOGERO, S. ARMELI MINICANTE¹, I. CITRO, M. MORABITO², G. GENOVESE²

CNR, Istituto per i Processi Chimico-Fisici, Messina, Italia.

¹Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica,
Università Ca' Foscari di Venezia, Dorsoduro, 2137 - 30123 Venezia, Italia.
simona.armeli@unive.it

²Dipartimento di Scienze Biologiche e Ambientali - Botanica, Università di Messina, Italia.

THE ALIEN SPECIES *UNDARIA PINNATIFIDA* (OCHROPHYTA, PHAEOPHYCEAE) IN RENEWABLE ENERGY: FROM PHOTOSYNTHESIS TO PHOTOELECTROCHEMICAL SOLAR CELLS

LA SPECIE ALIENA UNDARIA PINNATIFIDA (OCHROPHYTA, PHAEOPHYCEAE) NEL SETTORE DELLE ENERGIE RINNOVABILI: DALLA FOTOSINTESI ALLE CELLE SOLARI FOTOELETTRICHE

Abstract - During a survey about the study of seaweeds biodiversity in the Venice Lagoon, the biotechnological potential of some species was evaluated. We utilized chlorophylls from samples of the brown alga *Undaria pinnatifida* (Ochrophyta, Phaeophyceae) as sensitizer in dye sensitized solar cells (DSSCs), a type of photovoltaic system. The mechanism of DSSCs resembles the natural photosynthesis involving light-energy absorption and charge separation. The performance of DSSCs is mainly based on the dye as a sensitizer. Natural dyes have become a viable alternative to expensive and rare organic sensitizers. Macroalgae are a rich source of natural dyes, but they are still an underexploited resource in this field. In the present study, the performance of chlorophyll-c from *U. pinnatifida* as a dye in DSSCs was tested resulting in a good energetic efficiency.

Key-words: *Undaria pinnatifida*, DSSCs, alien seaweed, Venice Lagoon.

Introduction - Macroalgae show a broad range of applications and their importance in several sectors is steadily increasing worldwide. The most part of the seaweeds industry is used for human consumption, in the extraction of colloids, in the fields of pharmacology, cosmetics, agriculture and waste water treatments. Algal biomass are also employed in the field of renewable energies for the production of biogas. One of the main target of contemporary scientific research is finding a solution to the urgent need for a clean and cheap energy sources. In recent years, the photovoltaic technologies experimented many advances in efficiency, cost and robustness. Among the different types of technologies, the dye sensitized solar cells (DSSCs) have drawn a lot of attention from the scientific community. A DSSC consists of a high porosity nanocrystalline photoanode made of TiO₂ semiconductor nanoparticles, deposited on a transparent conducting oxide (TCO) glass support and sensitized with dye molecules anchored to the TiO₂ surface. When illuminated, the dye molecules capture the incident photons generating electron/holes pairs. The resultant electrons, at excited states, are immediately injected into the conduction band of the TiO₂ and transported to the electron-collecting counter electrode, the cathode. Regeneration of dye molecules is accomplished by capturing electrons from a liquid electrolyte. The mechanism of DSSCs resembles the natural photosynthesis involving light-energy absorption and charge separation. Due to its crucial role in such systems, in this proposal considerable effort will be directed towards the development and improvement of photosynthetic dyes. Various pigments from terrestrial plants has been tested over the last two decades as suitable sensitizers (Grätzel, 2003; Narayan, 2012), and many reports have showed that chlorophylls (Chls), which acts as an effective photosensitizer in photosynthesis, have the potential to be an environment friendly dye source (Kuo & Sheen, 2011). Presently, macroalgae, which are also a rich reserve of natural dyes, are an underexploited and promising resource in comparison to crop

plants. In this research we concentrated our investigation on the brown macroalga *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Ochrophyta, Phaeophyceae): to extract the photosynthetic pigments and to test the photovoltaic performance into DSSC.

Materials and methods - Samples of *U. pinnatifida* were collected in Venice Lagoon, were dried in the sun and subsequently minced. The extraction of chlorophylls was based on the protocol reported by Wang *et al.* (2007) and modified for this study. The photoanodes (FTOs) were prepared by spreading a TiO_2 , with a thickness of 10 μm , on the FTO conducting glass plates by screen printing procedure (coating, storing in ethanol and drying at 125 $^\circ\text{C}$). The FTOs were immersed in the solution of dye extracted by *U. pinnatifida*; after adding the electrolyte solution, was laid on the counterelectrode photoanode. Subsequently were measured the current-voltage curves, under irradiation with a solar simulator (AM1.5) 100 mW/cm^2 .

Results - The following parameters were measured: the short-circuit current density (J_{sc}), the open circuit voltage (V_{oc}), the efficiency of conversion and the fill factor (FF). The experimental data obtained by our photoelectrochemical studies showed that the $I-V$ curve is characterized by the following parameters: V_{oc} of 0.36 V, J_{sc} of 0.8 mA/cm^2 , an efficiency of 0.178% and a fill factor of 0.69.

Conclusions - DSSCs have become an important topic in solar cell research. DSSCs were inspired by the energy and electron transfer mechanisms in natural photosynthesis, and they are based on the photosensitization of nanocrystalline TiO_2 semiconductor electrodes by dyes. Among these, natural dyes provide a viable alternative to expensive organic based DSSCs. In this study, the chlorophyll obtained from the *Undaria pinnatifida* was used as sensitizers in DSSCs and gave a significantly higher fill factor and reasonable current density if compared to other cases in existing literature. *U. pinnatifida* is a highly invasive species and has caused concern all over the world because it has invaded coastal environments, has the potential to displace native species, significantly alters habitat for associated fauna, and disturbs navigation. The exploitation of these brown seaweeds would result in the conversion of a waste into a valuable biomass for energy applications.

References

- GRÄTZEL M. (2003) - Dye-sensitized solar cells. *J. Photoch. Photobio. C*, **4**: 145-153.
- KUO C.-G., SHEEN B.-J. (2011) - Seaweed Chlorophyll on the light-electron efficiency of DSSC. *J. Chin. Chem. Soc.*, **58**: 186-190.
- NARAYAN M.R. (2012) - Review: Dye sensitized solar cells based on natural photosensitizers. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, **16**: 208-215.
- WANG X.-F., ZHAN C.-H., MAOKA T., WADA Y., KOYAMA Y. (2007) - Fabrication of dye-sensitized solar cells using chlorophylls c_1 and c_2 and their oxidized forms c_1^+ and c_2^+ from *Undaria pinnatifida* (Wakame). *Chem. Phys. Lett.*, **447**: 79-85.

C. CATTANO, D. SPATAFORA, M. SINOPOLI¹, G. TURCO, M. GRISTINA², M. MILAZZO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo,
Via Archirafi, 28 - 90123 Palermo, Italia.
carlo.cattano@unipa.it

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Palermo, Italia.

²IAMC-CNR di Mazara del Vallo (TP), Italia.

EFFETTI DELLA CO₂ SUI TASSI DI SPAWNING IN UN LABRIDE NIDIFICANTE DEL MEDITERRANEO: DATI PRELIMINARI

CO₂ EFFECTS ON SPAWNING RATES OF A MEDITERRANEAN NESTING WRASSE: PRELIMINARY DATA

Abstract - Some aspects of the reproductive behaviour of the ocellated wrasse *Symphodus ocellatus* (Forsskål 1775) were investigated in wild conditions along a pCO₂ gradient. Our results show no differences in the number of females, sneakers and satellite males involved in the spawning phase under two pCO₂ conditions. However, the spawning rate of nesting males was negatively affected in high pCO₂, whilst exerted a normal reproductive pattern in ambient pCO₂.

Key-words: acidification, reproductive behaviour, nesting, behavioural responses.

Introduzione - L'acidificazione è un fenomeno legato all'assorbimento da parte degli oceani di parte della CO₂ immessa in atmosfera dalle attività umane. Come conseguenza si registra un aumento della concentrazione di CO₂ disciolta ed una riduzione del pH delle acque superficiali degli oceani. Questo fenomeno ha effetti su diversi *taxa* animali e vegetali (Wittmann e Pörtner, 2013). Gli effetti sui pesci sono ancora poco studiati, tuttavia studi recenti dimostrano che i livelli di CO₂ previsti per un prossimo futuro alterano le risposte sensoriali, comportamentali e possono avere conseguenze su aspetti del ciclo vitale di diverse specie ittiche. Il presente studio mira a descrivere i possibili effetti di livelli attesi di pressione parziale di CO₂ (pCO₂) su alcuni aspetti del comportamento riproduttivo di *Symphodus ocellatus*, un labride ampiamente diffuso nel sublitorale roccioso del Mediterraneo. Questa specie ha evoluto uno dei più complessi comportamenti riproduttivi tra i pesci, in cui differenti tipologie di maschi riproduttori competono per la fecondazione delle uova: i "nesting males", più grandi e territoriali, costruiscono nidi con frammenti di alghe, corteggiano le femmine e offrono cure parentali alle uova; i maschi "sneakers" o parassiti, più piccoli e non territoriali, fecondano le uova deposte nei nidi di altri maschi nidificanti; i "satelliti" aiutano i *nesting males* nella protezione del nido, in cambio di una quota di uova da fecondare (Taborsky *et al.*, 1987). Queste 3 tipologie di maschi hanno tassi di deposizione di spermi (*spawning*) differenti (Warner e Lejeune, 1985) e in condizioni naturali il *nesting male* ha più successo di satelliti e *sneakers* (Alonzo e Heckman, 2010). In dettaglio la nostra ipotesi è che condizioni di elevata pCO₂ possano influenzare il comportamento riproduttivo del maschio nidificante di *S. ocellatus* alterandone i tassi di *spawning*.

Materiali e metodi - I campionamenti sono stati condotti a Giugno e Luglio in due stagioni riproduttive successive (2012 e 2013) nella Baia di Levante dell'isola di Vulcano, dove è presente un gradiente naturale di pH e CO₂ dovuto ad emissioni sottomarine superficiali di origine vulcanica a dominanza di CO₂ (Boatta *et al.*, 2013). Sono stati osservati e filmati 40 nidi di *S. ocellatus* in fase di accoppiamento: 23 in condizioni di pCO₂ ambientale (421±15 µatm pCO₂) e 17 in condizioni di alta

pCO₂ (1179±153 µatm pCO₂). Per ogni video della durata di 10 min. è stato contato il numero totale (TN, somma degli individui osservati nell'intero filmato) di *sneakers* e femmine e il numero massimo (MaxN) di *sneakers*, satelliti e femmine. MaxN è una misura conservativa di abbondanza, che evita il conteggio ripetuto degli stessi individui, ed è il più alto numero di individui osservati contemporaneamente per filmato. Inoltre è stato registrato il numero di eventi di *spawning* delle tre tipologie di maschi riproduttori (*nesting male*, *sneakers* e satelliti). La PERMANOVA è stata utilizzata per valutare potenziali differenze nel numero di femmine, *sneakers*, satelliti, e nel numero di eventi di *spawning* in nidi esposti a due livelli di pCO₂.

Risultati - Non si registrano differenze significative tra nidi esposti a differenti condizioni di pCO₂ nei valori di TN e MaxN per femmine (Permanova, TN: p=0,173 e MaxN: p=1), *sneakers* (TN: p=0,348 e MaxN: p=0,953) e satelliti (MaxN: p=0,567). Il numero medio (±E.S.) di eventi di *spawning* nelle due condizioni di pCO₂ è risultato essere: per i *nesting males* di 4,7 (±1,4) in 10 min. in alta pCO₂ e 9,5 (±2) in pCO₂ ambientale; per gli *sneakers* rispettivamente 4,4 (±1,8) e 3,2 (±0,8) e per i satelliti 1 (±0,6) e 0,2 (±0,1). In alta pCO₂ il tasso di *spawning* di *nesting males* e *sneakers* non mostra differenze significative, mentre in condizioni di pCO₂ ambientale quello del *nesting male* è significativamente maggiore rispetto a *sneakers* e satelliti.

Conclusioni - I risultati di questo studio hanno messo in luce una variazione nei tassi di deposizione di spermatozoi del maschio nidificante di *S. ocellatus* in nidi esposti a due differenti condizioni di pCO₂. In particolare, condizioni di elevata pCO₂ potrebbero avere un effetto inibitorio sull'attività riproduttiva del *nesting male* favorendo strategie alternative di maschi *sneakers* e satelliti. Questo *pattern* può trovare una spiegazione nel comportamento territoriale del maschio nidificante, che avendo un'alta fedeltà al sito durante la fase riproduttiva, è più esposto agli effetti dell'elevata pCO₂. Di contro, la maggiore mobilità di *sneakers* e satelliti potrebbe limitarne gli effetti sul comportamento. Il confronto tra TN e MaxN di femmine e *sneakers* presenti nei nidi a differente pCO₂ non ha evidenziato differenze significative e ciò ha permesso di escludere differenze nella capacità attrattiva dei nidi nelle due condizioni (Alonzo e Heckman, 2010). Ulteriori indagini genetiche saranno mirate a comprendere se all'alterazione dei tassi di *spawning* corrisponde un differente successo riproduttivo del maschio nidificante, modificando i naturali rapporti di paternità tra le tre tipologie di maschi riproduttori (Alonzo e Heckman, 2010).

Bibliografia

- ALONZO S.H., HECKMAN K.L. (2010) - The unexpected but understandable dynamics of mating, paternity and paternal care in the ocellated wrasse. *Proc. R. Soc. B*, **277**: 115-122.
- BOATTA F., D'ALESSANDRO W., LIOTTA M., MILAZZO M., RODOLFO-METALPA R., HALL-SPENCER J.M., PARELLO F. (2013) - Geochemical survey of Levante Bay, Vulcano Island (Italy), a natural laboratory for the study of ocean acidification. *Mar. Pollut. Bull.*, **73**: 485-494.
- TABORSKY M., HUDDE B., WIRTZ P. (1987) - Reproductive behaviour and ecology of *Symphodus* (*Crenilabrus*) *ocellatus*, a European wrasse with four types of male behaviour. *Behaviour*, **102**: 82-118.
- WARNER R.R., LEJEUNE P. (1985) - Sex change limited by paternal care: a test using four Mediterranean labrid fishes, genus *Symphodus*. *Mar. Biol.*, **87**: 89-99.
- WITTMANN A.C., PÖRTNER H.O. (2013) - Sensitivities of extant animal taxa to ocean acidification. *Nat. Clim. Change*, **5**: 179-184.

R. FLORIS, G. SCANU, N. FOIS, J. KUEGLER¹, R. MALAVENDA²

AGRI-Sardegna Agenzia per la Ricerca in Agricoltura, Dip. Ricerca Produzioni Animali,
Loc. Bonassai, S.S. 291 km 18.600 - 07040 Olmedo (SS), Italy.
rfloris@agrisricerca.it

¹Inst. Proc. Engineering Life Science, Sect. Tech. Biol., Karlsruhe Inst. of Technol., Karlsruhe, Germany.

²Dip. Scienze Biologiche ed Ambientali, Università di Messina, Messina, Italy.

BIOACTIVE COMPOUNDS PRODUCTION BY BACTERIA ISOLATED FROM THE INTESTINAL TRACT OF GILTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA* LINNAEUS, 1758) FROM COASTAL MARINE ENVIRONMENTS OF SARDINIA ISLAND (ITALY)

PRODUZIONE DI COMPOSTI BIOATTIVI DA PARTE DI BATTERI ISOLATI DAL TRATTO INTESTINALE DI ORATE (SPARUS AURATA LINNAEUS, 1758) PROVENIENTI DA AMBIENTI MARINO-COSTIERI DELLA SARDEGNA (ITALIA)

Abstract - The aim of the present study was to detect biosurfactant-producing bacteria isolated from the intestine of gilthead sea bream from Sardinian aquatic environments. A total of 100 microbial strains from three groups of fish were screened by different tests: emulsification index (E24), microplate and drop-collapse tests and CTAB assay. Thin-layer chromatography (TLC) was performed for characterising the presumptive biosurfactant-producers bacterial products. The most interesting strains belong to *Pseudomonas* spp. and *Psychrobacter* spp. which showed a stable emulsion and a good surface tension activity.

Key-words: biosurfactants, gut microflora, natural emulsifier, bioremediation.

Introduction - Biosurfactants are biodegradable surface-active compounds produced by a wide variety of microorganisms. They play several important functions such as bioremediation of hydrocarbon, organic pollutants and heavy-metal-contaminated sites, and a potential role in stimulating plant and animal defence responses against microbes has been reported. Previous researches on the microbial ecology of the intestinal tract of *Sparus aurata* from Sardinian coastal lagoons showed the presence of a complex bacterial community which provide information about the origin of the aquatic environment (Floris *et al.*, 2013). The aim of the present work was to screen these intestinal bacteria for the ability of producing natural biosurfactants in order to select candidate strains of fish origin to be investigated as beneficial microbes for biotechnological applications in aquaculture.

Materials and methods - A total of 100 strains was isolated from the gut of gilthead sea bream from three different aquatic environments along Sardinian coast (Alghero Bay, north western Sardinia; Tortoli lagoon, eastern Sardinia and Porto Pino lagoon, southern Sardinia). The strains were tested for biosurfactant production in two or three independent experiments after incubation with shaking (200 rpm) in Bushnell-Hass medium (BH-Himedia) with sunflower oil (2% v/v) at 25-27 °C for 48-72h. Bacterial growth was monitored by measuring the optical density at OD₆₀₀ and the pH values. Microbial culture were screened for biosurfactant production in duplicate during all growth phases by the following tests: emulsification index (E24) (Tuleva *et al.*, 2002), qualitative microplate (Chen *et al.*, 2007) and drop collapse assays (Bodour *et al.*, 2003) for testing surface activity and CTAB assay. The bacterial cultures which showed positive results in the performed tests were further investigated by extracting the presumptive biosurfactants and characterizing them by thin-layer chromatography (TLC) according to Samadi *et al.* (2007). Bacterial strains

were identified by 16S rDNA partial sequencing according to Floris *et al.* (2011).

Results - This study evidenced that 18 out of 100 intestinal bacterial cultures exhibited stable and compact emulsions of kerosene at the end of the exponential growth and or during the stationary growth phases reaching values from 25 to 58% of E24 index. Most of these isolates produced dark blue halos of different size on CTAB agar plates thus suggesting the anionic nature of such bacterial products. As regards the surface tension of individual emulsifying strains evaluated by qualitative assays, 15 strains produced presumptive surfactants by using multiwell plates; however, by means of the drop-collapse test, only 5 strains showed a surface tension activity scored as +, other 3 intestinal bacteria presented a weak positive activity (+-), and only 2 bacterial cultures gave a strong positive score (++). The other 5 strains had a negative drop-collapse test. In the TLC analyses, two typical glycolipid spots were revealed in the “bioactive” microbial products. Identification of bacterial strains by 16S rRNA gene partial sequencing indicated that the best performers belong to *Pseudomonas* spp. followed by a strain affiliated to *Psychrobacter* spp.

Conclusions - The present work is an initial study to screen for natural surfactant-producing microorganisms from the intestine of fishes. The combination of stable emulsion production and surface tension reduction let us select some interesting and “promising” strains. The obtained results are in agreement with what the scientific literature reports on biosurfactants produced by *Pseudomonas* spp. (Tuleva *et al.*, 2002). Further studies have been aiming at detecting other surface active compounds producers from the intestinal tract of fish and searching for the best growth conditions for an optimal biosurfactants production. However, these findings indicate that intestinal bacteria from gilthead sea bream can be a valuable source of natural bioactive molecules and can represent candidate strains for future biotechnological applications in aquaculture.

Acknowledgments: The authors thank Dr. Margherita Addis and Dr. Myriam Fiori for their collaboration.

References

- BODOUR A.A., DREES K.P., MAIER R.M. (2003) - Distribution of biosurfactant-producing bacteria in undisturbed contaminated arid southwestern soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**: 3280-3287.
- CHEN C-Y., BAKER S.C., DARTON R.C. (2007) - The application of high throughput analysis method for the screening of potential biosurfactants from natural sources. *J. Microbiol. Meth.*, **70**: 503-510.
- FLORIS R., MANCA S., FOIS N. (2013) - Microbial ecology of intestinal tract of gilthead sea bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) from two coastal lagoons of Sardinia (Italy). *Transit. Waters Bull.*, **7**: 4-12.
- FLORIS R., MANCA S., MURA L., CANNAS A., FOIS N. (2011) - Genetic characterization of the intestinal microflora of gilthead sea bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) from Tortoli lagoon (eastern Sardinia, Italy). *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 384-385.
- SAMADI N., ABADIAN N., AKHAVAN A., REZA FAZELI M., TAHZIBI A., JAMALIFAR H. (2007) - Biosurfactant production by the strain isolated from contaminated soil. *J. Biol. Sci.*, **7**: 1266-1269.
- TULEVA B.K., IVANOV G.R., CHRISTOVA N.E. (2002) - Biosurfactant production by a new *Pseudomonas putida* strain. *Z. Naturforsch. C.*, **57**: 356-360.

K. GRECH, M. ZAMMIT-MANGION

Department of Physiology and Biochemistry, Faculty of Medicine and Surgery, University of Malta,
Msida MSD 2080, Malta.
mzam1@um.edu.mt

STUDY OF DNA EXTRACTION METHODS IN FARM-FATTENED *THUNNUS THYNNUS*

STUDIO SU VARI METODI PER L'ESTRAZIONE DEL DNA DAL TONNO ROSSO (THUNNUS THYNNUS) DI ALLEVAMENTO

Abstract - In the last decade and in response to demand from the food market, the majority of bluefin tuna caught (*Thunnus thynnus*), undergo an intensive process over a 2-6 month period to generate a rapid increase in weight, oil and fat content. Although this high fat content is highly prized, it can interfere with commonly used DNA extraction protocols, reducing the quantity of DNA and intermittently inhibiting later downstream steps such as PCR. In this poster, three DNA extraction methods are tested on muscle tissue extracted from such *Thunnus thynnus*. Method 3 resulted in the highest yield of genomic DNA in terms of quantity as assessed at 260:280 nm and 260:230 nm readings. Quality was also assessed using primers specific to Ttho-1 microsatellite regions and the latter further confirmed that Method 3 provided the most consistent genomic material in terms of quality.

Key-words: *Thunnus thynnus*, DNA extraction, phenol-chloroform method, CTAB method.

Introduction - The Atlantic Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), is a highly migratory fish species which has been in decline since the 1960s. Molecular biology-based methods are useful tools that can be used to provide information on their population genetics. However, these methods require good quality genomic material, free from inhibitors of the amplification process (such as fatty material) and thus are not easily used on fattened tuna. The aim of this paper is to develop a method that removes inhibitors from this genomic material so that it can consistently be used as a suitable substrate. In this study, three methods were tested (with modifications) to determine optimum yields and quality of genomic material.

Materials and methods - Total genomic DNA was extracted from muscle tissue of tuna collected from pens in the South Mediterranean. Method 1 followed the conventional protocol of Sambrook *et al.* (1989). For Method 2, the DNA was isolated following the protocol described in Vinas and Tudela (2009) with modifications; 5 M SDS was found to be strongly insoluble and was replaced by 10 μ L of a 10% SDS solution. For Method 3 extraction of DNA was performed using the CTAB method (no phenol), developed for use on salmon as in Hold *et al.* (2001) with the addition of 2% SDS and PVP, and the removal of *B-mercaptoethanol* from extraction Buffer1. The quantity/quality of the extracted DNA was evaluated by studying absorbance at 260:280 nm and 260:230 nm. Quality was also assessed using PCR. Each PCR was performed using primer set Ttho-1 (sequences presented in the poster) in a volume of 20 μ L (1.5 mM MgCl₂, 1 $\times$ reaction buffer, 0.2 μ L dNTPs, 50 ng DNA, 0.2 U DNA polymerase) with appropriate controls. Cycle conditions were denaturation at 94 °C for 30s, annealing at 52 °C for 30s and extension at 72 °C for 30s and a final extension step at 72 °C for 10 minutes.

Results and conclusions - A One-Way Analysis of variance (ANOVA) of DNA yield was performed to determine whether there was a significant difference between the extraction methods used for DNA isolation. The quality of the DNA extracted was evaluated using the 260:280 absorbance ratio, with values close to 2 indicating

a 'pure' DNA extract with little protein contaminants. As seen in Tab. 1, all three methods gave mean values close to 2 indicating sufficiently pure DNA was extracted. However, the obtained mean values of all three-extraction methods were significantly different from one another ($p=0.003$), indicating a significant difference in yield-performance meriting the selection of the third method for extraction. This third method was also seen to have the smallest standard deviation in the 260:280 nm ratio, indicating that it is reproducible, generating more consistent results. Indeed, the extraction success rates for Methods 1 and 2 were below 58.1%, whereas that of Method 3 was 100%. The 260:230 absorbance values are an indication of the presence of contaminants such as sugars where "pure" nucleic acid should be expected to be in the range of 2.0-2.2. Method 3 again performed best, being the only extraction procedure that gave a mean 260:230 absorbance value within this range. This confirmed that CTAB was most efficient at removal of contaminants from tuna tissue. The lower values reported for Methods 1-2 could have resulted from residual phenol carry-over which absorbs at 230 nm. Finally, the concentration values obtained for Method 3 were observed to be significantly higher (around twice) those of the other extraction methods ($p<0.001$), further adding to the value of this method for extracting DNA from recalcitrant tissue. With respect to amplification of the microsatellite region, the range of amplified products obtained was in the 195-203 bp. However DNA from Method 3 was found to yield more consistent results with over 95% of PCR attempted yielding amplified products. Method 3 was therefore the most reproducible and fast method producing the highest quantity and quality of DNA from tuna tissue.

Tab. 1 - Summary of results.

Sintesi dei risultati.

	Method 1	Method 2	Method 3	<i>p</i> -Value
Sample number	28	43	45	/
Incubation time	Overnight incubation	Overnight incubation	1 hour incubation	
260:280	1.88±0.21	2.21±0.53	2.07±0.05	0.003
260:230	1.40±0.52	1.56±0.64	2.06±0.07	<0.001
Concentration	128.9±55.0	66.5±52.1	210.9±64.79	<0.001
Samples with successful DNA extractions	47.82%	58.10%	100%	/

References

- HOLD G.L., RUSSELL V.J., PRYDE S.E., REHBEIN H., QUINTEIRO J., REY-MENDEZ M., SOTELO C.G., PÉREZ-MARTIN R.I., SANTOS A.T., ROSA C. (2001) - Validation of a PCR-RFLP based method for the identification of salmon species in food products. *Eur. Food Res. Technol.*, **212** (3): 385-389.
- SAMBROOK J., FRITSCH E.J., MANIATIS T. (1989) - *Molecular cloning. A laboratory manual*. 2nd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- VINAS J., TUDELA S. (2009) - A validated methodology for genetic identification of tuna species (genus *Thunnus*). *PLoS ONE*, **4** (10), doi: 10.1371/journal.pone.0007606.

The research by K. Grech was funded by the Strategic Educational Pathways Scholarship (Malta) as part of a larger project analysing tuna in the Mediterranean region.

E.C. LA MARCA, M.A. COOMBES¹, H.A. VILES¹, L.A. NAYLOR²

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università degli Studi di Palermo,
Via Archirafi, 28 - 90123 Palermo, Italia.
lamarcaclaudi@gmail.com

¹School of Geography and the Environment (SOGÉ), University of Oxford, U.K.

²School of Geographical and Earth Sciences, University of Glasgow, U.K.

THE BIO-PROTECTIVE ROLE OF A BIOLOGICAL ENCRUSTATION

IL RUOLO BIO-PROTETTIVO DI UN'INCRUSTAZIONE BIOLOGICA

Abstract - *Benthic organisms can form a persistent biological layer that mediates processes of rock deterioration and limits the degradation of the underlying surface. In this study we investigated the bioprotective potential of barnacle encrustations against salt weathering processes, and discuss their possible role in enhancing the durability of coastal engineering structures.*

Key-words: *benthos, encrustation, weathering, shore protection, coastal engineering.*

Introduction - The presence of a biological cover on engineered surfaces is generally perceived as an aesthetic and functional hazard in the coastal zone. Therefore the removal of organisms from such structures is often the management response, thereby limiting the biodiversity potential of the structure. However, the reality of such a threat has rarely been tested, and some species may offer protective benefits. The presence of some encrusting organisms, like algae, barnacles and molluscs, can also aid conservation of the surfaces on which they grow, giving rise to the process of 'bioprotection'. This refers to the direct or indirect ability of organisms to limit the efficiency of deteriorative processes such as weathering and erosion (e.g., Coombes *et al.*, 2013). In this study we examined whether the presence of barnacles (intertidal calcifying crustaceans) influenced salt concentrations and evidence of salt weathering in the substrates they grow on. This is the primary cause of deterioration for intertidal rocks, as the crystallization of salts inside pore spaces forms significant internal pressures that can weaken the rock fabric and make it less resistant to further deterioration. To do this, the salt content of cubes of limestone and concrete with and without a cover of barnacles was determined, and microscope observation was used to detect evidence of physical breakdown below the surface. Concrete was used as the most commonly used material in coastal engineering, and limestone was used as a material that is known to be susceptible to salt weathering in the coastal zone.

Materials and methods - Panels (10×10×3 cm) of concrete and limestone were exposed on rocky shores in Cornwall, UK, for 56 months to allow colonization to take place. After this time the cubes had a variable cover of barnacles over their surfaces. Panels were subsequently removed, dried for few days in the laboratory, and divided in smaller cubes (5×5×3 cm). Ion chromatography was used to measure salt ion concentrations (chloride and sulphate) to a depth of 1.5 cm into the samples. For both material types three holes were drilled into two cubes in areas with and without a cover of barnacles. The powder produced by the drilling was collected and was analyzed by a Dionex Ion Chromatograph using standard preparation procedures. Cross-section observations of the samples were also conducted using a light microscope (Leika MZ 10F) in order to examine the depth of the weathered layer. Sections of panels exposed in the field for 56 months with and without a cover of barnacles were observed in comparison with control samples (that had never been exposed in the field). In each case ten measurements of the depth of the weathered zone were made using DeltaPix Insight imaging software.

Results - Total chloride and sulfate ion concentrations under areas covered by barnacles were on average 20% and 21% lower for limestone and 27% and 43% lower for concrete compared to bare areas, respectively. Values were highly variable between samples, however. Under the microscope the complex mineralogy of the concrete made distinguishing the weathered zone impossible, therefore only limestone was analyzed. For field-exposed samples, the altered zone was markedly more extensive than in controls, attributed to the crystallization of salts. This zone averaged 1.14 ± 0.62 mm directly under barnacles, and 1.50 ± 0.38 mm under areas with no barnacles.

Conclusions - Both the chromatography and light microscope observations showed differences in salt content between materials with and without a cover of barnacles. The presence of barnacles may therefore represent a physical barrier that reduces salt ingress and subsequent crystallization below the surface. Such a bioprotective effect on the underlying surface appeared to be proportional to the extent of the barnacle cover: bioprotection by barnacles is likely to be greatest where cover is more complete. These observations agree with the other studies, suggesting that barnacles can limit salt ion penetration within materials in the tidal zone and thus improving their resistance to corrosion (Iwanami *et al.*, 2002; Maruya *et al.*, 2003; Kawabata *et al.*, 2012). Our results provide further evidence of the wide range of ecosystem services provided by intertidal habitats and species. More observations are needed, however, to better understand the mechanisms and value of bioprotection in coastal environments, as required by European legislation (e.g. the European Water Framework Directive).

References

- COOMBES M.A., NAYLOR L.A., VILES H.A., THOMPSON R.C. (2013) - Bioprotection and Disturbance: seaweed, microclimatic stability and physical weathering in the intertidal zone. *Geomorphology*, **202**: 4-14.
- IWANAMI M., YOKOTA H., HAMADA H., YAMAJI T., WATANABE H. (2002) - Can marine fouling organisms extend the life of concrete structure? *Proceeding of the IABSE Symposium on Towards a Better Built Environment – Innovation, Sustainability, Information Technology*, Paper No. PAPI64.
- KAWABATA Y., KATO E., IWANAMI M. (2012) - Enhanced long-term resistance of concrete with marine sessile organisms to chloride ion penetration. *J. Adv. Concrete Technol.*, **10** (4): 151-159.
- MARUYA T., IWANAMI M., SAKAI E., MASHIMO M., HAMADA H. (2003) - Durability enhancement of RC structures covered with a dense layer formed by marine fouling aquatic organisms. *J. Mater. Concrete Struct. Pavements*, **739** (60): 61-74.

G. LIBRALATO, E. GENTILE*, D. MINETTO, A. VOLPI GHIRARDINI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Cà Foscari Venezia,
Campo della Celestia, 2737/b - 30122 Venezia, Italia.
giovanni.libralato@unive.it

*Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Biofarmaceutica, Università di Bari 'A. Moro',
Via E. Orabona, 4 - 70124 Bari, Italia.

RANKING WASTEWATER SAMPLES WITH *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (BOHLIN)

CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO CON *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (BOHLIN)

Abstract - Marine phytoplankton is highly productive in coastal ecosystems where it generally occurs the major exposure and uptake of contaminants associated with anthropogenic pollution discharges. Phytoplankton presents very high surface-to-volume ratio and may respond rapidly to suspended contaminants showing either bloom events or inhibition effects. The diatom *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin is commonly used in toxicity testing with standardised protocols even if a complete inventory of tested substances and matrices has not been compiled yet. The purpose of this study is setting up a wastewater effect score based on *P. tricornutum* considering samples originated by domestic, municipal and industrial sources. Results showed the existence of two main effect scenarios with a prevalence of biostimulation rather than toxicity.

Key-words: wastewater, marine ecotoxicology, microalgae, stimulation, inhibition.

Introduction - According to EINECS, point-source wastewaters can contain more than 100,000 substances (EINECS, 2013). Therefore, the whole characterization of a wastewater sample could be uneasy and costly just on a chemical basis, thus ecotoxicology can give a great contribution (*i.e.* a battery of marine organisms for effluents discharged to seawater) (Libralato *et al.*, 2010a,b; Libralato, 2013). To date, the assessment of wastewater toxicity has used different types of algal assays, but gaps still remain about how to use, interpret and integrate their results. Some toxicity tools already exist to assess and rank the potential ecotoxicity of wastewater samples (Libralato *et al.*, 2010a), but none makes explicit reference to phytotoxicity and phytostimulation. Indeed, phytostimulation could adversely affect environmental quality as well. Only few saltwater phytoplanktonic biological models are really widespread and standardized for toxicity testing such as *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin (Muller *et al.*, 2007). It would be interesting classifying wastewater samples by an integrated approach not only according to Whole Effluent Toxicity (WET) (USEPA, 2004), but on a Whole Effluent Assessment (WEA) perspective (OSPAR, 2007) thus including not only toxicity (growth inhibition), but also stimulation effects. The aim of this paper is to evaluate the ability of *P. tricornutum* to discriminate the quality of domestic, municipal and industrial wastewater samples ranking potential hazards for receiving water bodies.

Materials and methods - Experimental activities focused on 93 samples collected from various wastewater treatment plants located in Venice (Italy). The full physico-chemical characterization of samples was provided. Toxicity tests with *P. tricornutum* were carried on according to the ISO 10253:2006 method in triplicate. The algal culture was kept at 20 ± 2 °C and 6000-10000 lux, obtaining a cellular density $>10^6$ cells mL⁻¹. The initial algal density in the test was obtained by dilution of algal culture and ranged between 2×10^3 - 10^4 cells mL⁻¹. Negative and positive ($K_2Cr_2O_7$) controls were included. Cellular density was evaluated by microscopy using a Bürker

counting chamber. Toxicity and stimulation effect data normalised on negative controls were determined as percentages of inhibition/stimulation effect inducing a 50% growth inhibition (inhibition concentration, IC50) or 50% growth stimulation (biostimulation concentration, BC50) in the observed population. The hypothesis test was verified using Analysis of Variance and Tukey's test.

Results - Domestic, municipal and industrial wastewater presented an average stimulation effect of 74% (n=25), 40% (n=47) and 36% (n=3) and an average inhibition effect of 66% (n=2), 43% (n=10) and 67% (n=5), in that order. On the basis of Libralato *et al.* (2010a), a 5-class effect score was defined ranking stimulation and toxicity data separately, but in a symmetrical way. The effect score was centred on the "no effect" rank; low, medium, high and very high toxicity classes were organized to classify all effects. Reducing to a minimum the expert judgment, the choice was addressed to the 10th-, 50th- and 90th-percentile values of effect data providing information about the probability of effects rarely, likely and more likely to occur (Libralato *et al.*, 2010a). The assessment of wastewater samples via the effect score showed the following classification within the 75 samples inducing algae growth stimulation: 7, 30, 31 and 7 samples with low, medium, high and very high effects, in that order. Besides, the 17 samples showing algae growth inhibition were ranked as follows: 1, 8, 7 and 1 with low, medium, high and very high effects, accordingly. Only one sample presented no effect at all compared to the negative control ($p < 0.05$). In general, most part of wastewater samples (90%) showed from medium to very high stimulation/toxicity effects indicating the need to further increase their management to support the full application of Nitrates (91/676/EEC) and Water Framework Directives (2000/60/EC). Uni- and multivariate statistical analysis showed no significant correlations between physico-chemical and ecotoxicological data suggesting the presence of undetected agents or interactive effects within wastewater components.

Conclusions - In the case of *P. tricornutum*, domestic, municipal and industrial wastewaters showed more stimulation than inhibitory effects. Stimulation effects have to be identified, ranked and used to increase wastewater hazard management and thus the quality of the final receiving water body due to the fact that inhibitory effects represented only a minor occurrence.

References

- EINECS (2013) - Available at <http://esis.jrc.ec.europa.eu/index.php?pgm=ein>
- LIBRALATO G., AVEZZÙ F., VOLPI GHIRARDINI A. (2010a) - How toxic is toxic? A proposal for wastewater toxicity hazard assessment. *Ecotox. Environ. Safe.*, **73**: 1602-1611.
- LIBRALATO G., VOLPI GHIRARDINI A., AVEZZÙ F. (2010b) - Toxicity removal efficiency of decentralised sequencing batch reactor and UF-membrane bioreactors. *Water Res.*, **44**: 4437-4450.
- LIBRALATO G. (2013) - Management and control of wastewater. An ecotoxicological approach. In: Valdez C.J., Maradona E.M. (eds), *Handbook of Wastewater Treatment: Biological Methods, Technology and Environmental Impact*. Nova Science Publishers: 35-64.
- MULLER R., TANG J.Y.M., THIER R., MUELLER J.F. (2007) - Combining passive sampling and toxicity testing for evaluation of mixtures of polar organic chemicals in sewage treatment plant effluents. *J. Environ. Monit.*, **9** (1): 104-109.
- OSPAR (2007) - Practical Guidance Document on Whole Effluent Assessment. *Hazardous Substances Series*, **316**: 33 pp.
- USEPA (2004) - *NPDES Compliance Inspection Manual*. EPA 305-X-03-004.

G. MACRI, A. NAVONE¹, A. SPALLA, S. CARONNI²

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia, Pavia, Italia.

¹Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia (OT), Italia.

²Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,

Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.

sarah.caronni@unipv.it

UN PROTOTIPO GIS PER IL MONITORAGGIO E LA GESTIONE DELLE SPECIE ALIENE VEGETALI NELL'AREA MARINA PROTETTA TAVOLARA PUNTA CODA CAVALLO (NE SARDEGNA)

A GIS PROTOTYPE FOR MONITORING AND MANAGING ALIEN ALGAE IN TAVOLARA PUNTA CODA CAVALLO MARINE PROTECTED AREA (NE SARDINIA)

Abstract - A GIS (Geographic Information System) prototype for monitoring and managing alien algae in Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area has been recently planned and designed thanks to a collaboration between the MPA and the University of Pavia. In this short paper the obtained prototype is described in detail, focusing on those technical features which can make it a valuable model to build up GIS prototypes for marine protected areas.

Key-words: GIS, mapping, introduced species, algae, marine parks.

Introduzione - Negli ultimi anni, i sistemi informativi geografici (GIS) stanno trovando grande utilizzo in campo ambientale perché permettono l'integrazione e l'analisi di molteplici argomenti tematici e degli elementi che li compongono, restituendo informazioni utili alla gestione degli ambienti naturali (Zurlini, 1999). Per questo motivo, l'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (NE Sardegna) si sta dotando di un sistema informativo geografico che faciliti l'utilizzo ai fini gestionali dei numerosi dati raccolti durante le attività di campo. In questo lavoro, in particolare, è descritto il prototipo GIS progettato e realizzato per ottenere un quadro sintetico della distribuzione ed abbondanza delle principali specie aliene vegetali presenti nella zona: la microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis e Bryan e le macroalghe *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agard e *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh.

Materiali e metodi - Per la progettazione del prototipo, i dati relativi alle succitate specie aliene raccolti in area marina nel quinquennio 2008-2012 sono stati analizzati e divisi in layer. Relativamente a *C. taylorii*, in particolare, erano disponibili dati di presenza/assenza ed abbondanza sul substrato delle cellule della microalga e degli ammassi mucillaginosi che essa produce, raccolti a due profondità (1.50 e 0.50 m) in 8 siti dell'AMP (campionamento random stratificato); per *C. taxifolia*, invece, i dati riguardavano l'estensione (m²) e le caratteristiche dell'unica colonia della macroalga presente nella zona. Infine, le informazioni disponibili su *C. racemosa* erano relative alla presenza/assenza della specie alle batimetriche comprese fra 1 e 5 m, in 10 siti dell'AMP (campionamento random stratificato). Secondo la proposta metodologica di Hernandez (2003), sono stati definiti i tipi di trattamento delle informazioni di maggiore interesse per il personale dell'ente gestore, in base ai quali è stato scelto il materiale cartografico da inserire nel GIS. Per la realizzazione del prototipo è stato utilizzato il software *open source* Quantum GIS (versione 2.0.1 Dufour), liberamente scaricabile on-line. Infine, il sistema WGS 84 / UTM zone 32N (EPSG:32632) è stato scelto come sistema di riferimento.

Risultati - Nel file di progetto sono stati creati 33 *layer* vettoriali per la rappresentazione dei dati sulle tre specie considerate e 5 *layer* raster (maglie quadrate con lato di lunghezza compresa fra 2.39 m e 10.00 m, a seconda del raster considerato), in cui è stato caricato il materiale cartografico di interesse (cartografia di riferimento e tematica dell'AMP - carte della vulnerabilità, delle emergenze, ecc. - immagini satellitari). I *layer* vettoriali sono stati suddivisi in tre gruppi, ciascuno riferito ad una delle tre specie, secondo un modello di geodatabase gerarchizzato. In particolare, i dati inerenti a *C. taylorii* sono stati rappresentati mediante 19 *layer*, separando, innanzitutto, le informazioni relative alla densità cellulare della microalga (density score compreso tra 0 e 4, valori puntuali e valori medi di densità, espressi come cellule ml⁻¹) da quelle riguardanti, invece, la percentuale di substrato ricoperto dalla mucillagine che la specie produce (% di ricoprimento). Sono stati, inoltre, tenuti distinti i dati relativi a ciascuna delle due profondità di indagine. Un secondo gruppo di *layer* è stato utilizzato per rappresentare i dati inerenti alla distribuzione di *C. racemosa* nei 10 siti di studio. In particolare, per ciascuna delle cinque profondità indagate, è stato creato un *layer* relativo alla presenza/assenza della specie nei siti considerati. Infine, un ultimo gruppo di 9 *layer* è stato utilizzato per localizzare geograficamente la colonia di *C. taxifolia* presente in area marina e per valutarne la superficie nel quinquennio di studio. Grazie all'utilizzo di *plugin*, che permettono di aggiungere funzioni al software (eVis, ecc.), in tutti i *layer* sono state inserite immagini di dettaglio sulle specie, immagini relative alla localizzazione dei siti ed ai punti di raccolta dei dati, video esplicativi delle modalità di campionamento e grafici (sia istogrammi sia diagrammi a torta) che hanno reso più semplice ed immediata la visualizzazione e l'interpretazione dei dati rappresentati in ciascun *layer*. Utilizzando il *plugin* esterno *TimeManager*, infine, sono state realizzate animazioni *ad hoc* che hanno permesso di visualizzare in un unico *layer* le variazioni spazio-temporali della colonia di *C. taxifolia* oppure quelle di densità di *C. taylorii* nell'intero periodo di studio.

Conclusioni - La considerevole mole di dati immediatamente visualizzabili al momento dell'accensione di ciascun *layer*, senza la necessità di interrogare il software per ricavarne informazioni, rende il prototipo GIS facilmente utilizzabile dal personale dell'area marina protetta ai fini gestionali, come suggerito da Rovere *et al.* (2013) per la produzione di altri strumenti cartografici da utilizzare nelle aree marine protette. L'utilizzo del prototipo non solo facilita la consultazione dei dati sulle specie oggetto di interesse ma permette di prevedere le zone maggiormente soggette a future invasioni ed i siti che, sulla base dei valori naturalistici presenti, potrebbero risulterne più danneggiati.

Bibliografia

- HERNANDEZ M.J. (2003) - *Progettare database (guida pratica alla creazione di database relazionali)*. Mondadori Informatica, Forlì: 510 pp.
- ROVERE A., FERRARIS F., PARRAVICINI V., NAVONE A., MORRI C., BIANCHI C.N. (2013) - Characterization and evaluation of a Marine Protected Area: 'Tavolara - Punta Coda Cavallo' (Sardinia, NW Mediterranean). *J. Maps*, **9** (1): 1-12.
- ZURLINI G., AMADIO V., ROSSI O. (1999) - A landscape approach to biodiversity and biological health planning: the Map of Italian Nature. *Ecosyst. Health*, **5** (4): 294-311.

D. MASSI, A. TITONE, T. BOTTARI*, B. BUSALACCHI*, V. GANCITANO,
G.B. GIUSTO, G. SINACORI, S. VITALE

IAMC-CNR, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.
daniela.massi@iamc.cnr.it

*IAMC-CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

CONCHODERMA VIRGATUM VIRGATUM (CRUSTACEA,
LEPADIDAE) IN ASSOCIATION WITH *PENNELLA INSTRUCTA*
(CRUSTACEA, PENNELLIDAE) ON A SWORDFISH
FROM THE STRAIT OF SICILY

CONCHODERMA VIRGATUM VIRGATUM (CRUSTACEA, LEPADIDAE)
IN ASSOCIAZIONE CON PENNELLA INSTRUCTA
(CRUSTACEA, PENNELLIDAE) SU UN PESCE SPADA CATTURATO
NELLO STRETTO DI SICILIA

Abstract - The first finding of the pedunculate barnacle *Conchoderma virgatum virgatum* (Spengler, 1790) epibiont on the parasitic copepod *Pennella instructa* Wilson, 1917 in a young swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758 (Pisces, Xiphiidae) caught in the Strait of Sicily is reported.

Key-words: *Conchoderma virgatum*, *Pennella instructa*, *Xiphias gladius*, Strait of Sicily.

Introduction - This study contributes to information on the association of the pedunculate barnacle *Conchoderma virgatum virgatum* (Spengler, 1790) and the permanent parasitic copepod *Pennella instructa* Wilson, 1917 in the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758. The three species are widely distributed in temperate and tropical waters. Although the settlement of *C. virgatum* on hard parts of swordfish or even their parasites such as pennellids is known also in the Mediterranean, the association was never reported for the Strait of Sicily.

Materials and methods - The swordfish was caught accidentally by a commercial trawl in October 2013, at a depth of about 210 m south-west of the Pantelleria island. After the registration of fish biometrics, the external surface, the internal organs and muscle tissue were examined to detect the presence of parasites and epibionts. The stomach content of swordfish was also analyzed to define the health state. Copepods parasites were measured as exposed length (mm). The barnacles were measured as capitular length (CL-mm) to estimate age and their sexual maturity was investigated.

Results and conclusions - The swordfish was an immature of 84 cm lower jaw-fork length and 7.2 kg total weight, being likely in the second year of life (age group 1+). Eight copepods *P. instructa* were found embedded in the muscle tissue near the pectoral fin on the fish left flank. Two copepods reached the liver evoking severe granulomatous reaction appearing as firm sleeves surrounding the parasites. The exposed length of the pennellids ranged between 55 and 95 mm. Ten barnacles *C. virgatum* were found, all exclusively epibiont on pennellid, being 8 of them attached to the largest specimen (Tab. 1). Size of *C. virgatum* ranged between 4 mm and 24.1 mm CL. Considering the mean growth rate of the barnacle 0.34 mm/day (Garibaldi and Relini, 2003), the corresponding age should vary from a few days to a maximum of 71 days suggesting a colonization started a few time before. Due to the presence of eggs lamellae, the largest barnacles from 17.8 mm CL were considered mature. Along the Italian seas, the finding of *C. virgatum* in association with *Pennella* spp. on swordfish was already reported for the Ligurian Sea (Garibaldi and Relini, 2003) and along

the western Sardinian coasts (Merella *et al.*, 2005). The settlement of *C. virgatum* in the Strait of Sicily was previously reported only on buoys (Tsikhon-Lukanina *et al.*, 1977). The presence of parasites and epibionts seemed to not affect negatively the swordfish feeding ability since its stomach contained 22 bony fish *Sudis hyalina*, 1 *Phycis blennoides* and 1 decapod crustacean *Parapenaeus longirostris*, amounting to about 100 g. Although the skin surrounding the pennellids was inflamed and the deep tissues as well as of celomic organs involved, the occurrence of both parasites and epibionts should not have caused slimming because its total weight was higher than that reported for similar size in the Ligurian Sea (Garibaldi and Relini, 2003). Finally it is worth noting no *C. virgatum* smaller than 17.8 mm CL was mature, suggesting a size at maturity higher than that reported for the Ligurian Sea (more than 8 mm CL - Garibaldi and Relini, 2003).

Tab. 1 - Main biological information on *C. virgatum* epibiont of *P. instructa*.

Principali informazioni biologiche su C. virgatum epibionte di P. instructa.

Specimen	CL (mm)	Weigth (g)	Maturity	Epibiont on	Age (days)
1	17.8	0.541	Eggs lamellae with visible embryos	Mean size pennellid	52
2	9.2	0.242	No visible eggs lamellae	Smallest pennellid	27
3	20.4	0.737	Eggs lamellae with visible embryos	Largest pennellid	60
4	22.4	0.945	Eggs lamellae with visible embryos	“	66
5	23.1	0.801	Eggs lamellae with visible embryos	“	68
6	24.1	1.029	Eggs lamellae with visible embryos	“	71
7	23.2	0.837	Eggs lamellae with visible embryos	“	68
8	15.9	0.442	No visible eggs lamellae	“	47
9	21.0	0.719	Eggs lamellae with visible embryos	“	62
10	4.0	0.103	No visible eggs lamellae	“	12

Acknowledgments: We thank the Captain Pino dell'Arno who provided the specimen of *X. gladius*.

References

- GARIBALDI F., RELINI G. (2003) - Note sul ruolo di *Conchoderma virgatum* (Crustacea, Lepadidae) come epibionte del pesce spada, *Xiphias gladius* L., in *Mar Ligure. Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 1093-1097.
- MERELLA P., SCALA A., MARROSU R., GARIPPA G. (2005) - Occurrence of the pedunculate barnacle *Conchoderma virgatum virgatum* in the western Mediterranean. *Vie Milieu*, **55** (1): 41-44.
- TSIKHON-LUKANINA Y.A., SOLDATOVA I.N., KUZNETSOVA I.A., IL'IN I.I. (1977) - Macrofouling community in the Strait of Tunisia (Sicily). *Oceanology*, **16**: 519-522.

D. MINETTO, G. LIBRALATO, A. VOLPI GHIRARDINI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università Cà Foscari Venezia,
Campo Della Celestia, 2737/b - 30122 Venezia, Italy.
diego.minetto@unive.it

ECOTOXICITY EFFECTS OF NANO-TiO₂ TOWARDS MARINE ORGANISMS

EFFETTI ECOTOSSICOLOGICI DI NANO-TiO₂ SU ORGANISMI MARINI

Abstract - Engineered nanomaterials (ENMs) are increasing their presence in the worldwide market as display innovative properties that are suitable for various applications in many fields. In particular, TiO₂ nanoparticles (nTiO₂) are widely used in products accessible to the mass market. Nevertheless, there is a paucity of general information about their potential effects towards the aquatic species, especially to marine species. In this work the *in vivo* effects of TiO₂ nanoparticles were checked with a battery of model organisms: *V. fischeri*, *P. tricornutum*, *C. gigas* and *M. galloprovincialis*. Moreover, ENMs bioaccumulation was investigated using the ragworm *H. diversicolor*. The comparison of results with literature highlighted some criticisms of toxicity tests with ENMs, mainly due to the difficulty of determining the real exposure scenarios.

Key-words: nano-TiO₂, seawater organisms, ecotoxicity, bioaccumulation.

Introduction - Engineered nanomaterials are at the forefront of ecotoxicologist agendas, due to their increasing use in a broad range of industrial and domestic sectors. In particular, under UV irradiation, nTiO₂ shows photocatalytic properties generating Reactive Oxygen Species (ROS). Due to this property it is widely employed in many different applications (Fujishima *et al.*, 2008). More specifically, about the 65% of total nTiO₂ is estimated to be used for the production of various common cosmetics and sunscreen creams (Clemente *et al.*, 2012). As the seawaters are indicated to be the final sink for this kind of emerging pollutants, concerns exist about their effects towards seawater organisms. Anyway, specific data about seawater environment are still scarce (Minetto *et al.*, 2014). Our goal was to study the potential toxicity effect of nTiO₂ towards a battery of model organisms composed by the bacterium *Vibrio fischeri*, the algae *Phaeodactylum tricornutum* and the mollusc *Crassostrea gigas* and *Mytilus galloprovincialis* (Minetto, 2012; Libralato *et al.*, 2013) as well as its bioaccumulation using the ragworm *Hediste diversicolor* (Volpi Ghirardini *et al.*, 1999).

Materials and methods - All tests were conducted on the basis of the respective standardized protocol. Some methods were modified to increase sensitivity. *V. fischeri* (ISO, 2007) was exposed to 10⁻⁹-10 mg nTiO₂ L⁻¹ for 5, 15, 30 and 60 minutes. Algae exposure (ISO, 2006) ranged between 0.09-90 mg nTiO₂ L⁻¹ for 72 h. Mollusc zygotes exposure (ASTM, 2004) ranged between 1-100 mg nTiO₂ L⁻¹ for 24 h for oysters and between 0.5-64 mg nTiO₂ L⁻¹ for 48 h for mussels both in total darkness and considering a 12 h photoperiod. Ragworms (USEPA, 1991) were exposed to 5 and 50 mg nTiO₂ L⁻¹ for 5 weeks. Negative and positive controls were included in all tests.

Results - Results showed embryotoxicity effects in the case of molluscs. Conversely, just a reduced growth inhibition was observed with algae and no bioluminescence inhibition was recorded with bacteria. Anyway, the experimental activities and the comparison with the concerning references evidenced the lack of

specific protocols for toxicity tests with ENMs. For these reasons, the control of the variability of experimental conditions is difficult as the knowledge of the real exposure scenario. *C. gigas* showed the maximum embryotoxicity effect (83%) at the minimum concentration (1 mg nTiO₂ L⁻¹); conversely, at 10 and 100 mg L⁻¹ nTiO₂, the toxicity effects were 2% and 4%, respectively. Embryotoxicity effects with *M. galloprovincialis* were evidenced at 4 to 8 mg nTiO₂ L⁻¹. Moreover, the presence of light seemed to enhance the ENM effects. All the effects were significantly different from the negative controls ($p < 0.05$, ANOVA). *P. tricornutum* growth inhibition was limited (maximum 28% at 36 mg L⁻¹), but significant changes were observed in ENM behavior at 1-10 mg L⁻¹ and 16-90 mg L⁻¹ ($p < 0.05$, ANOVA). This is probably due to a different size and surface area of agglomerates, resulting in simultaneous different exposure scenarios. Probably, according to Savolainen *et al.* (2010), the surface area is a more indicated parameter to describe the effective exposure scenario, respect to the concentration. With *V. fischeri*, no bioluminescence inhibition effects were observed as confirmed by Heinlaan *et al.* (2008). *H. diversicolor* bioaccumulation tests are in progress.

Conclusions - nTiO₂ seems to have ecotoxic effects on the basis of the considered model organisms. Decreasing sensitivities were observed: molluscs > algae > bacteria. Criticisms emerged from the experimental activities and the comparison with literature data. The main gap in the knowledge is about the real exposure scenario: it appears as fundamental to have information about the behavior of ENP dispersed in the media and their effective concentration to understand the evolution and the cause of the highlighted adverse effects.

References

- CLEMENTE Z., CASTRO V.L., JONSSON C.M., FRACETO L.F. (2012) - Ecotoxicology of nano-TiO₂, an evaluation of its toxicity to organisms of aquatic ecosystems. *Int. J. Environ. Res.*, **6** (1): 33-50.
- FUJISHIMA A., ZHANG X., TRYK D. (2008) - TiO₂ photocatalysis and related surface phenomena *Sol. Energy*, **77** (5): 525-532.
- HEINLAAN M., IVASK A., BLINOVA I., DUBOURGUIER H.C., KAHRU A. (2008) - Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere* **71** (7): 1308-1316.
- LIBRALATO G., MINETTO D., TOTARO S., MICETIC I., PIGOZZO A., SABBIONI E., MARCOMINI A., VOLPI GHIRARDINI A. (2013) - Embryotoxicity of TiO₂ nanoparticles to *Mytilus galloprovincialis* (Lmk). *Mar. Environ. Res.*, **92**: 71-78.
- MINETTO D. (2012) - *Studio dell'ecotossicità di ENP ed ENM per organismi acquatici marini*. Tesi di Dottorato in Scienze Ambientali, XXIV ciclo.
- MINETTO D., LIBRALATO G., VOLPI GHIRARDINI A. (2014) - Ecotoxicity of engineered TiO₂ nanoparticles to saltwater organisms: an overview. *Environ. Int.*, **66**: 18-27.
- SAVOLAINEN K., ALENIOUS H., NORPA H., PYLKKÄNEN L., TUOMIA T., KASPERB G. (2010) - Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies. A review. *Toxicology*, **269** (2-3): 92-104.
- VOLPI GHIRARDINI A., CAVALLINI L., DELANEY E., TAGLIAPIETRA D., GHETTI P.F., BETTIOL C., ARGESSE E. (1999) - *H. diversicolor*, *N. succinea* and *P. cultrifera* (Polychaeta: Nereididae) as bioaccumulators of cadmium and zinc from sediments: preliminary results in the Venetian lagoon (Italy). *Toxicol. Environ. Chem.*, **71** (3-4): 457-474.

P. PAGLIARA¹, M. ACQUAVIVA², R.A. CAVALLO², M. NARRACCI², L. STABILI^{1,2}

¹DiSteBA, Università del Salento, Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

patrizia.pagliara @unisalento.it

²Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Taranto, CNR, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.

EVIDENZIAMENTO DI COMPOSTI BIOATTIVI NELLA STELLA DI MARE *ECHINASTER SEPOSITUS* E SAGGI DI TOSSICITÀ

EVIDENCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN THE SEASTAR ECHINASTER SEPOSITUS AND TOXICITY ASSAY

Abstract - In the present study we evidenced the presence of haemolytic and lysozyme-like activities in the mucus, cell lysate and celomic fluid of the seastar *Echinaster sepositus*. Moreover we evaluated the toxicity of the different examined compartment by the Microtox assay.

Key-words: lysozyme-like activity, hemolytic activity, *Echinaster sepositus*, Microtox assay.

Introduzione - Recentemente è cresciuta l'attenzione verso gli invertebrati marini come fonte di nuove molecole bioattive utili per le applicazioni in campo bio-medico. Spesso queste molecole fanno parte del sistema immunitario innato degli invertebrati. Tra questi, celenterati, tunicati, poriferi ed echinodermi sono quelli dai quali provengono la maggior parte dei prodotti naturali di origine marina attualmente noti. Alcuni composti isolati, soprattutto da echinoidei, sono peptidi antimicrobici capaci di agire contro batteri Gram (+), Gram (-) e funghi e possiedono un ampio spettro antimicrobico che comprende anche i patogeni umani (Stabili *et al.*, 1996). Nel presente lavoro l'attenzione è stata rivolta alla stella marina rossa *Echinaster sepositus* Retzius, 1783 molto comune nel mar Mediterraneo. La ricerca è stata indirizzata alla evidenziazione di composti bioattivi, con particolare riferimento all'attività lisozima simile ed emolitica, nel muco, nel lisato cellulare e nel fluido celomatico della stella. Inoltre, poiché l'impresa farmaceutica richiede composti non tossici per la formulazione di nuovi farmaci è stata saggiata la tossicità dei tre compartimenti considerati utilizzando il sistema Microtox. Si tratta di un test biologico di tossicità acuta basato sull'inibizione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri*.

Materiali e metodi - Individui adulti di *Echinaster sepositus* sono stati raccolti in immersione con autorespiratore a Porto Cesareo (Lecce) ad una profondità di 5-10 m. Giunti in laboratorio gli animali sono stati lavati con soluzione fisiologica sterile, successivamente collocati in piastre Petri sterili e lasciati per circa 30 minuti. In tali condizioni essi secernevano il muco (M) che veniva immediatamente raccolto e conservato a -80 °C sino all'uso. Il fluido celomatico (CF) è stato ottenuto mediante un'incisione trasversale delle braccia e quindi centrifugato a 400×g per 30 minuti. Il sovranatante è stato indicato come CF ed il pellet di celomociti è stato risospeso in opportuno tampone e sonicato per 4 minuti. Il sonicato è stato centrifugato (12000 g per 30 min.) ed il sovrinatante (lisato cellulare, CL) usato per i saggi. Per i diversi saggi il muco, il fluido celomatico e il lisato cellulare dei diversi individui utilizzati sono stati rispettivamente unificati. La presenza di un'attività lisozima-simile nei campioni (M, CF e CL) è stata evidenziata utilizzando un test di lisi della parete cellulare di *Micrococcus luteus* condotto su piastra (Stabili *et al.*, 2009). Le piastre sono state quindi incubate per una notte a 37 °C e l'attività enzimatica è stata valutata misurando i diametri di lisi intorno a ciascun pozzetto riempito con 30 µl di campione. I valori ottenuti erano relativi alla media aritmetica di almeno 5 repliche

$\pm$ l'errore standard. L'attività emolitica dei campioni M, CF e CL è stata valutata mediante la loro capacità di lisare i globuli rossi. Una sospensione di eritrociti umani veniva incubata a 37 °C per 1h con una equivalente dose del campione da saggiare. Dopo centrifugazione ogni campione veniva letto allo spettrofotometro (D.O. 541 nm) e la percentuale di emolisi era calcolata rispetto ad una emolisi totale ottenuta inducendo con acqua distillata la lisi degli eritrociti. I saggi con il sistema Microtox sono stati condotti mediante la metodica Basic Test (BT) (Azur Environmental, 1998).

Risultati - In Tab. 1 sono riportati i valori di attività lisozima-simile ed emolitica nei tre compartimenti considerati.

Tab. 1 - Attività lisozima-simile ed emolitica nel CF, CL ed M di *Echinaster sepositus*.
Lysozyme-like and hemolytic activity in the CF, CL and M of Echinaster sepositus.

Comparto	Attività lisozima-simile	Attività emolitica
Fluido celomatico (CF)	13 $\pm$ 0,2 mm	3 $\pm$ 0,02%
Lisato cellulare (CL)	20 $\pm$ 0,3 mm	100 $\pm$ 0,05%
Muco (M)	9 $\pm$ 0,1 mm	84,6 $\pm$ 0,03%

Entrambe le attività saggiate erano particolarmente intense nel lisato cellulare. In particolare l'optimum di attività lisozima-simile è stato ottenuto con un valore di Forza Ionica pari a 0,175 e pH 5,0. In queste condizioni il diametro di lisi era di 20 $\pm$ 0,3 mm corrispondente a 2,7 mg/ml di lisozima di bianco d'uovo di pollo. Inoltre l'attività emolitica era del 100 $\pm$ 0,05%. Dall'analisi dei saggi effettuati con il Microtox è emerso che né il fluido celomatico, né il muco mostravano fenomeni di tossicità acuta.

Conclusioni - Dai risultati ottenuti appare chiaro che in *Echinaster sepositus* sono presenti un'attività antibatterica lisozima-simile ed una emolitica non solo nel compartimento celomatico, ma anche nel muco. Quest'ultimo, quindi, svolge un importante ruolo di difesa per questo organismo bentonico minacciato costantemente dall'attacco dei batteri presenti nell'ambiente circostante. Pertanto si può concludere che la stella abbia sviluppato, già a livello della superficie corporea, una serie di strategie difensive. I dati ottenuti sono interessanti non solo per la comprensione dei meccanismi di difesa dell'asteroide, ma anche per le possibili implicazioni di carattere biotecnologico. Questi risultati, se confortati da ulteriori indagini tossicologiche e biochimiche suggeriscono di utilizzare *Echinaster sepositus* come fonte di composti bioattivi di interesse sia in farmaceutica che nel campo delle tecnologie marine.

Bibliografia

- AZUR ENVIRONMENTAL (1998) - *Microtox Acute toxicity basic test procedures*. Azur Environmental, Carlsbad, CA.
- STABILI L., PAGLIARA P., ROCH P. (1996) - Antibacterial activity in the coelomocytes of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Comp. Biochem. Phys. B*, **113**: 639-644.
- STABILI L., SCHIROSI R., LICCIANO M., GIANGRANDE A. (2009) - The mucus of *Sabella spallanzanii* (Annelida, Polychaeta): its involvement in chemical defence and fertilization success. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **374**: 144-149.

A. PAGLIARANI, R. FIORINI*, S. NESCI, M. PIRINI, M. FABBRI,
F. TROMBETTI, V. VENTRELLA

Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie (DIMEVET), Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.

alessandra.pagliarani@unibo.it

*Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DISVA), Università Politecnica delle Marche,
Via Brece Bianche - 60127 Ancona, Italia.

CARATTERISTICHE PECULIARI DELLE MEMBRANE MITOCONDRIALI DI BRANCIE DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

PECULIAR MITOCHONDRIAL MEMBRANE FEATURES IN GILLS FROM MYTILUS GALLOPROVINCIALIS

Abstract - Gill mitochondrial membranes from *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca, Bivalvia) show peculiar physical features with respect to mammalian ones, pointed out by Laurdan fluorescence assay. Such features, apparently unrelated to the higher membrane unsaturation of mussel mitochondria, may be tentatively ascribed to lipid-protein interactions.

Key-words: fatty acids, Laurdan fluorescence, mitochondria, mussel, physicochemical features.

Introduzione - Il mitilo *Mytilus galloprovincialis*, comunemente allevato nell'Adriatico, si è recentemente rivelato un versatile modello sperimentale per lo studio di proprietà mitocondriali. In particolare gli aspetti bioenergetici e la funzionalità dell'ATP-sintasi hanno rivelato sorprendenti analogie con i Mammiferi (Nesci *et al.*, 2013). Nella cellula animale il mitocondrio costituisce un microambiente a sé e, nonostante la distanza filogenetica tra Molluschi e Vertebrati, le analogie funzionali rilevate potrebbero riflettere anche aspetti strutturali abbastanza simili. Le branchie di mitilo costituiscono un attraente materiale biologico in studi ecotossicologici perché costituiscono uno dei principali siti di ingresso dei contaminanti dell'ambiente acquatico. In questo studio alcune caratteristiche chimico-fisiche di membrane mitocondriali di branchie di mitilo e di mitocondri cardiaci di Mammiferi vengono messe a confronto, analizzando la composizione in acidi grassi e lo stato fisico delle membrane mitocondriali e di liposomi ricostituiti con estratti lipidici mitocondriali.

Materiali e metodi - Sono stati utilizzati mitocondri di branchie di mitilo (*M. galloprovincialis*) e di cuore di suino (*Sus scrofa*) ottenuti come riportato precedentemente (Fiorini *et al.*, 2012; Nesci *et al.*, 2013). I mitili provenivano da allevamenti nell'Adriatico settentrionale, mentre i cuori di suino sono stati ottenuti da un macello locale. La determinazione dell'attività ATPasica per la costruzione dei diagrammi di Arrhenius, l'estrazione dei lipidi, le analisi degli acidi grassi e quelle di fluorescenza statica (utilizzando come sonda fluorescente il Laurdan), per esplorare lo stato fisico e la polarità della membrana (Harris *et al.*, 2002), sono state effettuate come in precedenti lavori (Fiorini *et al.*, 2012; Nesci *et al.*, 2013). In particolare i parametri di fluorescenza GP (Generalized Polarization) sono stati calcolati come indicato da Parasassi *et al.* (1998). In tutte le preparazioni il contenuto proteico è stato valutato colorimetricamente (Bradford, 1976).

Risultati - I lipidi dei mitocondri appartengono prevalentemente alla classe polare costituente del bi-layer delle membrane. Le membrane mitocondriali di branchie di mitilo mostrano la tipica composizione in acidi grassi degli animali marini, con

la prevalenza di quelli poliinsaturi a lunga catena (circa il 70% degli acidi grassi totali), con una netta prevalenza dei componenti n-3 rispetto a quelli n-6. Invece i mitocondri di cuore di suino contengono prevalentemente acidi grassi saturi, com'è da tempo noto in letteratura (Comte *et al.*, 1976). I diagrammi di Arrhenius dell'ATPasi mitocondriale nelle due specie mostrano entrambi un punto di discontinuità attorno a 20 °C ed energie di attivazione simili. I parametri di fluorescenza del Laurdan misurati a 10, 20, 30 °C indicano in generale uno stato chimico fisico liquido-cristallino sia delle membrane mitocondriali di branchie, sia di quelle di cuore suino. Tuttavia le membrane mitocondriali di mitilo presentano alcuni aspetti diversi da quelle di mammifero mostrando dei microambienti in fase gel. Infatti, nelle prime, gli spettri di eccitazione e di emissione del Laurdan ed i valori di GP relativamente alti sono caratteristici di una fase gel, cioè con ristretto movimento molecolare, e si mantengono tali anche a 30 °C. Nelle seconde tali parametri, tipici dello stato liquido cristallino, sono sensibili alla temperatura mostrando valori diversi alle tre temperature saggiate. I risultati ottenuti sono analizzati sia confrontando i dati di fluorescenza misurati nei liposomi, sia considerando la quantità di colesterolo presente nei due tipi di mitocondri.

Conclusioni - Il mitilo presenta caratteristiche strutturali peculiari delle membrane mitocondriali, che li distinguono nettamente da quelle del Mammifero di confronto, rispetto al quale condivide significative analogie funzionali (Nesci *et al.*, 2013). Il maggior grado di insaturazione delle membrane dovrebbe essere compatibile con uno stato chimico fisico più fluido nel mitilo rispetto al suino; in realtà nel mitilo sono presenti microambienti di membrana più rigidi e/o più polari. Probabilmente le interazioni lipidi/proteine, la composizione delle teste polari dei fosfolipidi, il diverso contenuto in colesterolo e altri steroli, svolgono un ruolo-chiave nel mantenere nel mitilo una condizione diversa da quella prevedibile in base alla composizione delle catene aciliche.

Bibliografia

- BRADFORD M.M. (1976) - A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**: 248-254.
- COMTE J., MAINSTERINA B., GAUTHERON D.C. (1976) - Lipid composition and protein profiles of outer and inner membranes from pig heart mitochondria. Comparison with microsomes. *BBA-Biomembranes*, **419**: 271-284.
- FIORINI R., PAGLIARANI A., NESCI S., PIRINI M., TUCCI E., VENTRELLA V. (2012) - Structural and functional changes in gill mitochondrial membranes from the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* exposed to tri-*n*-butyltin. *Environ. Toxicol. Chem.*, **31** (4): 877-884.
- HARRIS F.M., BEST K.B., BELL J.D. (2002) - Use of laurdan fluorescence intensity and polarization to distinguish between changes in membrane fluidity and phospholipid order. *BBA-Biomembranes*, **1565**: 123-128.
- NESCI S., VENTRELLA V., TROMBETTI F., PIRINI M., PAGLIARANI A. (2013) - Mussel and mammalian ATP synthase share the same bioenergetic cost of ATP. *J. Bioenerg. Biomembr.*, **45**: 289-300.
- PARASASSI T., KRASNOWSKA E.K., BAGATOLLI L., GRATTON E. (1998) - Laurdan and Prodan as polarity sensitive fluorescence membrane probes *J. Fluoresc.*, **8**: 365-373.

M. PAPALE, A. CONTE, A. LO GIUDICE, E. ZITO,
G.M. LUNA*, E. DE DOMENICO

Dipartimento di Scienze Biologiche ed Ambientali (DiSBA), Università di Messina,
Viale F. Stagno d'Alcontres, 31 - 98166 Messina, Italia.
edd@unime.it

*Istituto di Scienze Marine (ISMAR) – CNR,
Arsenale Tesa 104, Castello, 2737 - 30122 Venezia, Italia.

TOLLERANZA AI METALLI PESANTI DI BATTERI ISOLATI DA CANYON SOTTOMARINI NEL GOLFO DI GENOVA

HEAVY METAL TOLERANCE BY BACTERIA ISOLATED FROM SUBMARINE CANYONS IN THE GULF OF GENOA

Abstract - Heavy metal tolerance was assayed for bacteria inhabiting sediments of the submarine canyon system in the Gulf of Genoa. Tolerant bacterial strains were isolated from agar plates added with four different heavy metals (Cu, Cd, Hg, Zn) and identified by 16S rRNA gene sequencing. A total of 24 strains was selected for their ability to tolerate high concentrations of tested metals. Strains belonged to three phylogenetic groups: Gammaproteobacteria (genera *Acinetobacter*, *Psychrobacter* and *Alteromonas*), Actinobacteria (genera *Micrococcus* and *Brevibacterium*) and the CFB group of *Bacteroidetes* (genera *Krokinobacter*, *Muricauda*, *Aquimarina* and *Flavobacterium*).

Key-words: bacteria, heavy metals, tolerance.

Introduzione - I canyon sottomarini sono caratterizzati da un'elevata diversità di specie ed endemismi (Gili *et al.*, 1999). I canyon del Golfo di Genova rappresentano siti di accumulo di materia organica e sostanze inquinanti, tra cui i metalli pesanti, che possono influenzare le comunità microbiche presenti, in termini di composizione e fisiologia. Sono stati analizzati campioni di sedimento prelevati lungo due canyon nel Golfo di Genova ed in prossimità della costa per valutare la risposta della comunità batterica residente nei confronti di metalli pesanti ad alta concentrazione.

Materiali e metodi - I campioni di sedimento sono stati prelevati durante la campagna oceanografica "BIOLIG" (30/04-20/05/2013 – N/O Minerva Uno - CNR) nelle stazioni denominate BIOL 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16. Le cellule batteriche sono state separate dal sedimento secondo il protocollo di Griebler *et al.* (2001). L'abbondanza batterica totale (ABT, cell/g) è stata determinata al microscopio ad epifluorescenza (colorazione con DAPI). Opportune aliquote di campione sono state seminate su Marine Agar (MA) e su MA addizionato con metalli pesanti (Cu, Cd, Hg, Zn) [Me] a differenti concentrazioni e le piastre incubate a 20 °C per 30 gg. Le colonie cresciute sono state contate (CFU/g) ed isolate. Per i ceppi isolati è stato determinato il range di tolleranza iniziale al [Me] ed i più promettenti sono stati selezionati e testati per la presenza di plasmidi e per la produzione di emulsione stabile nelle 24 ore (E24). I plasmidi sono stati estratti impiegando il Kit Euro Gold Plasmid Miniprep (Euroclone). L'E24 è stato determinato (2 min. agitazione; brodo colturale e kerosene in rapporto 1:1) secondo Amiriyani *et al.* (2004) dopo 24 ore. Infine, i ceppi sono stati identificati filogeneticamente mediante amplificazione del gene per il 16S rRNA utilizzando i primer universali 27F (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') e 1492R (5'-TACGGYTACCTTGTTACGACTT-3').

Risultati - Nelle stazioni campionate l'ABT ha mostrato valori comparabili e compresi tra $2,7 \pm 0,6$ (St. 1) e $4,4 \pm 0,5 \times 10^8$ cell/g (St. 15). I conteggi vitali su MA sono risultati più elevati nelle St. 4 e 16; nella St. 13 è stata riscontrata l'ABT minore (20×10^3 CFU/g). I conteggi vitali su MA addizionato con [Me] hanno

mostrato valori differenti per ciascun metallo. Per lo Zn i valori sono compresi tra 10 CFU/g (5000 ppm, St. 4) e >300 (50 ppm, St. 4 e 7); per il Cu tra 50 CFU/g (1000 ppm, St. 4) e >300 (50 ppm, St. 16 e 4); per il Cd (50 ppm) tra 10×10^3 (St. 13) e 54×10^4 CFU/g (St. 4); per il Hg tra 30×10^3 (1000 ppm, St. 4) e 75×10^3 CFU/g (50 ppm, St. 6 e 11). Dei 96 ceppi isolati dalle piastre addizionate con [Me], 24 hanno mostrato una maggiore tolleranza e sono stati selezionati per ulteriori indagini. I ceppi identificati appartengono ai generi *Acinetobacter*, *Psychrobacter* e *Alteromonas* (Gammaproteobatteri 20,8%), *Micrococcus* e *Brevibacterium* (Attinobatteri 25%), *Krokinobacter*, *Muricauda*, *Aquimarina* e *Flavobacterium* (Bacteroidetes 54,2%). In generale, Zn e Cu sono stati meglio tollerati rispetto a Cd e Hg. Hanno fatto eccezione il ceppo *Flavobacterium* sp. 4-CA7 che ha mostrato una buona tolleranza al Hg crescendo fino a valori di 2500 ppm, e *Krokinobacter* sp. 10-RA15 che è stato in grado di crescere fino a 1000 ppm di Cd. Un E24 pari al 63% è stato determinato per due ceppi (7-CA1 e 4-CA7) del genere *Flavobacterium*. Soltanto *Flavobacterium* sp. 4-CA7 ha mostrato di possedere plasmidi.

Conclusioni - L'area di studio è influenzata dai torrenti Polcevera e Bisagno, che hanno determinato un significativo apporto di metalli pesanti (Danovaro, 2003) e le comunità microbiche presenti nei sedimenti potrebbero essersi adattate a tale incremento (Volesky e Holan, 1995). Le ABT riscontrate appaiono in accordo con quelle riscontrate da Gillan *et al.* (2004) ed il metallo maggiormente tollerato è stato lo Zn, in disaccordo con quanto riportato da Benka-Coker e Ekundayo (1998). I geni deputati alla resistenza ai metalli pesanti spesso sono localizzati sul DNA plasmidico, ma dalle nostre analisi solo un ceppo ha mostrato di possedere plasmidi. L'emulsione stabile riscontrata per i 2 ceppi del genere *Flavobacterium* potrebbe derivare dalla produzione di flavolipidi (Bodour *et al.*, 2004).

Bibliografia

- AMIRIYAN A., ASSADI M.M., SAGGADIAN V.A., NOOHI A. (2004) - Bioemulsan production by Iranian oil reservoir microorganisms. *Iranian J. Env. Healt Sci. Eng.*, **2**: 28-35.
- BENKA-COKER M.O., EKUNDAYO J.A. (1998) - Effects of heavy metals on growth of species of *Micrococcus* and *Pseudomonas* in a crude oil/mineral salts medium. *Biores. Technol.*, **66**: 241-245.
- BODOUR A.A., GUERRERO-BERJAS C., JIORLE B.V., MELCOMSON M.E., PAULL A.K., SOMOGYI A., TRINH L.N., BATES R.B., MAIER R.M. (2004) - Structure and characterization of Flavolipids, a novel class of biosurfactant produced by *Flavobacterium* sp. strain MTN11. *Appl. Environ. Microbiol.*, **1**: 114-120.
- DANOVARO R. (2003) - Pollution threats in the Mediterranean Sea: an overview. *Chem. Ecol.*, **19**: 15-32.
- GILI J.-M., BOUILLON J., PAGÈS F., PALANQUES A., PUIG P. (1999) - Submarine canyons as habitats of prolific plankton populations: three new deep-sea Hydroidomedusae in the western Mediterranean. *Zool. J. Linn. Soc.*, **125**: 313-329.
- GILLAN D.C., DANIS B., PERNET P., JOLY G., DUBOIS P. (2004) - Structure of sediment associated microbial communities along a heavy metal contamination gradient in the marine environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **40**: 679-690.
- GRIEBLER C., MINDL B., SLEZAK D. (2001) - Combining DAPI and SYBR Green II for the enumeration of total bacterial numbers in aquatic sediments. *Int. Rev. Hydrobiol.*, **86**: 453-465.
- VOLESKY B., HOLAN Z.R. (1995) - Biosorption of heavy metals. *Biotechnol. Progr.*, **11**: 235-250.

Ricerca eseguita con finanziamenti del Progetto RITMARE (SP4-WP3-A2 Biodiversità associata ad ambienti estremi profondi).

V. PASQUALE, V. ROMANO, P. CENNAMO¹, M. GUIDA²

Department of Sciences and Technology, Parthenope University,
Centro Direzionale Site, Isola C4 - 80143 Napoli, Italy.
vincenzo.pasquale@uniparthenope.it

¹Faculty of Letters, University Suor Orsola Benincasa, Napoli, Italy.

²Department of Biological Science, Section Physiology and Hygiene, Federico II University, Napoli, Italy.

PHYLOGENETIC DIVERSITY AND EXOENZYMES PRODUCTION OF BACTERIA ASSOCIATED WITH *CORALLIUM RUBRUM* SAMPLED IN THREE DIFFERENT ITALIAN AREAS

DIVERSITÀ FILOGENETICA E PRODUZIONE DI ESOENZIMI IN BATTERI ASSOCIATI A CORALLIUM RUBRUM CAMPIONATO DA TRE DIFFERENTI AREE ITALIANE

Abstract - Coral holobiont includes diverse eukaryotic and prokaryotic microorganisms. Over the last decade different studies have been aimed at characterizing the coral microbiota. The aim of this work was to isolate and characterize the culturable bacteria associated to *C. rubrum* collected from different Italian areas. The bacterial isolates were tested for production of hydrolytic exoenzymes (protease, lipase, mucinase, DNase, and polysaccharide degrading enzymes). *Bacillus*, *Staphylococcus* and *Pseudomonas* were found to be the most frequent genera associated to *C. rubrum*. Amylopectinase, lipase, and protease were the most common exoenzymes produced by the isolates.

Key-words: *Corallium rubrum*, exoenzymes, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*.

Introduction - Coral holobiont is an important reservoir of biodiversity in marine ecosystem. Coral microbiota, by its enzymatic activities, plays a pivotal role in the nutrient supply to the holobiont (Krediet *et al.*, 2013). Although several studies described ecological relationships between esacorals and prokaryotic microorganisms, little is known about the composition of the microbiota associated to the octocoral *Corallium rubrum*. The aim of this work was to carry out the molecular identification and the biochemical characterization of the culturable aerobic bacteria associated to *C. rubrum* collected from 3 different Marine Protected Areas (MPA).

Materials and methods - During summer 2012, 33 colonies of *C. rubrum* were collected from 3 different MPAs: 10 from the region of Liguria (Portofino MPA), 9 from Tuscany (Isola d'Elba MPA), and 14 from Campania (Punta Campanella MPA). Samples of mucus and tissue, collected by sterile swabs, were inoculated in R2A agar supplemented with NaCl (2%). Molecular identification of selected strains were performed according to Pasquale *et al.* (2011). Strains were spotted onto 9 different nutrient agar media, prepared using seawater and supplemented with gelatin (1%), casein (1%), mucin type II (1%), soluble starch (1.5%), tween 80 (1%), sodium alginate (1%), carboxymethylcellulose (1%), xylan (1%) and amylopectine (1%), respectively (Pasquale *et al.*, 2012). The production of DNase was tested using DNase Agar.

Results - Twenty eight bacterial strains were isolated and identified from colonies of *C. rubrum* collected in Liguria, 22 from Tuscany and 23 from Campania seabeds (Tab. 1). *Bacillus* (51.3%), *Staphylococcus* (11.5%) and *Pseudomonas* (10.3%) were the most frequently bacterial genera associated with coral mucus and tissues. The majority of the isolates produced amylopectinase (42.5%), lipase (41.4%), and caseinase (35.6%), less frequent was the production of gelatinase (27.4%), amylase (26.0%), xylanase (16.4%), DNase (11.0%), alginase (8.2%), mucinase (6.8%) and carboxymethylcellulase (6.8%).

Tab. 1 - Strains isolated from *Corallium rubrum* samples collected from Ligurian Sea and Tyrrhenian Sea. In bracket are reported the number of strains isolated.

Ceppi isolati da campioni di Corallium rubrum prelevati dal Mar Ligure e dal Mar Tirreno. In parentesi è riportato il numero di ceppi isolati.

Liguria	Tuscany	Campania
<i>Agrococcus</i> sp. (1)	<i>Agrococcus genensis</i> (1)	<i>Bacillus cereus</i> (2)
<i>Bacillus arsenicus</i> (1)	<i>Agrococcus</i> sp. (3)	<i>Bacillus horneckiae</i> (1)
<i>Bacillus frigotollerans</i> (1)	<i>Bacillus megaterium</i> (1)	<i>Bacillus korlensis</i> (1)
<i>Bacillus megaterium</i> (1)	<i>Bacillus simplex</i> (1)	<i>Bacillus megaterium</i> (1)
<i>Bacillus pumilus</i> (1)	<i>Bacillus subtilis</i> (1)	<i>Bacillus pocheonensis</i> (1)
<i>Bacillus simplex</i> (1)	<i>Bacillus vallismortis</i> (1)	<i>Bacillus pumilus</i> (1)
<i>Bacillus subtilis</i> (5)	<i>Bacillus</i> sp. (6)	<i>Bacillus turingensis</i> (1)
<i>Bacillus weihenstephanensis</i> (1)	<i>Proteobacterium</i> sp. (2)	Uncultured <i>Bacillus</i> (1)
<i>Bacillus</i> sp. (3)	<i>Pseudomonas stutzeri</i> (3)	<i>Bacillus</i> sp. (6)
<i>Criobacterium psicrotollerans</i> (1)	<i>Pseudomonas</i> sp. (2)	<i>Halomonas aquamarine</i> (1)
<i>Eritrobacter citreus</i> (1)	<i>Shigella</i> sp. (1)	<i>Paenibacillus</i> sp. (1)
<i>Eritrobacter</i> sp. (1)		<i>Staphylococcus aureus</i> (4)
<i>Pseudomonas stutzeri</i> (1)		<i>Staphylococcus lugdunensis</i> (1)
<i>Pseudomonas</i> sp. (2)		Uncultured bacteria (1)
<i>Psicrobacterium</i> sp. (1)		
<i>Shewanella</i> sp. (1)		
<i>Staphylococcus haemolyticus</i> (2)		
<i>Staphylococcus succinicus</i> (1)		
<i>Staphylococcus</i> sp. (1)		
<i>Vibrio gigantis</i> (1)		
<i>Vibrio mediterranei</i> (1)		

Conclusions - The study led to identification of *Bacillus*, *Staphylococcus* and *Pseudomonas* as the bacterial genera most commonly present in the microbial communities naturally associated with healthy *C. rubrum* colonies. Surprisingly, *Vibrio* spp., bacteria widespread in marine environments, were poorly associate with healthy corals: only 1 strain of *V. gigantis* and 1 strain of *V. mediterranei* were isolated from a sample collected from Portofino seabed. The production of diverse extracellular enzymes suggests an important role of bacteria in the supply of nutrients to the corals (Krediet *et al.*, 2013). Further investigations are necessary to clarify the role of bacterial microbiota in the overall ecology of red coral holobiont and its potential role as coral pathogens.

References

- KREDIET C.J., RITCHIE K.B., PAUL V.J., TEPLITSKI M. (2013) - Coral-associated micro-organisms and their roles in promoting coral health and thwarting diseases. *Proc. R. Soc. B.*, **280**, doi: 10.1098/rspb.2012.2328.
- PASQUALE V., GUIDA M., CENNAMO P., MASTASCUSA V., GRECO M., SANDULLI R. (2011) - Cultivable heterotrophic bacteria associated to *Corallium rubrum*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 274-275.
- PASQUALE V., ROMANO V., GUIDA M., MASTASCUSA V., GRECO M., SANDULLI R. (2012) - Hydrolytic exoenzyme screening of heterotrophic bacteria associated with *Corallium rubrum*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **19** (1): 188-189.

M. SIGOVINI, F. FOGLINI, E. KEPPEL, A. KRUSS, F. MANFRIN,
D. TAGLIAPIETRA, L. ZAGGIA, F. MADRICARDO

CNR - National Research Council of Italy, ISMAR - Marine Sciences Institute,
Arsenale - Tesa 104, Castello, 2737/F - 30122 Venice, Italy.
marco.sigovini@ve.ismar.cnr.it

HABITAT MAPPING IN COASTAL LAGOONS: FIRST RESULTS ON A TIDAL CHANNEL AND FUTURE PROSPECTS

HABITAT MAPPING NELLE LAGUNE COSTIERE: PRIMI RISULTATI SU UN CANALE DI MAREA E PROSPETTIVE FUTURE

Abstract - The seafloor of Venice Lagoon channels is a relatively unexplored environment. A first attempt of benthic habitat mapping is presented, based on high resolution acoustic surveys carried out in 2013. Specific protocols were developed and tested on a study site (Scanello channel). Main seafloor features were identified on bathymetries and backscatter data. Ground-truthing included grab samples and photographic surveys. A number of benthic habitats were recognised, including biogenic habitats characterised by high biomass and diversity. Preliminary results and main prospects are presented.

Key-words: bioherms, habitat types, Lagoon of Venice, multibeam sonar, seafloor mapping.

Introduction - The Lagoon of Venice (Italy) is one of the larger coastal transitional ecosystems in the Mediterranean, and it is characterized by complex environmental gradients and a mosaic of landforms and habitats. In spite of a mean water depth of about 1.2 m, main tidal channels (as well as navigation canals) range in average between 2 and 15 m, but in some point can exceed 20 m (maximum depth around 50 m). The Institute of Marine Sciences (CNR - ISMAR), within the Flagship Project RITMARE (a National Research Programme funded by the Italian Ministry of University and Research), carried on in 2013 an extensive acoustic survey on the whole channel network. Among a number of multidisciplinary activities planned to follow, a major target is to identify, characterise and map main benthic habitats (see Brown *et al.*, 2011). Habitat mapping based on acoustic remote sensing methods has been rarely carried on extremely shallow coastal transitional systems such as lagoons (see e.g. Allen *et al.*, 2005; Stolt *et al.*, 2011). This is due to a number of practical and conceptual issues, including very low bathymetries, fine-scale patterns and processes, continuous gradients, high temporal variability, complex water column properties. The seafloor of the Lagoon channels has been rarely explored, both in terms of geomorphology and biota. In particular, despite the benthic community of the Lagoon of Venice has been object of quantitative studies all over the past century, the only extensive survey on channel biocoenoses has been carried out during 1930-1932 (Vatova, 1940). Subsequent studies and monitoring focused on the mud flats communities, with the exception of few studies with a very limited spatial extent (e.g. Occhipinti Ambrogi & Gola, 2001). We performed a first attempt to map benthic habitats on a Venice Lagoon channel based on acoustic data with explorative purposes. Here we present some preliminary results and main future prospects.

Materials and methods - The Scanello channel, located in the North East of the Venice Lagoon, has been selected as a case study area. The channel, which is not dredged, is about 1 km long and 120 to 50 m wide, ranging in depth between 1.5 and 15 m. After dividing into two branches, it enters into a wide shallow basin (*Palude della Centrega*). The distinctive features of lagoon channels call for specific operative

protocols. High resolution (5-cm DTM) acoustic surveys were carried out on May and November 2013 using a multi-beam echo sounder Kongsberg EM 2040D-C installed on the motorboat Litus. In addition to bathymetries, the backscatter signal was registered, which depends on the substrate reflectivity. Manual as well as supervised automatic classification applied on the produced data set allowed to identify and map discrete spatial units, homogenous at a given scale, indicative of main seafloor features. To interpret these features and characterise main habitats, ground-truthing samplings were carried out by means of a Van Veen grab (7 L) and by underwater photographic surveys. Due to extreme turbidity, strong tidal currents, complex landforms and intense vessel traffic, a specific protocol was developed, which was implemented by professional technical divers (*Nucleo Sommozzatori della Polizia di Stato di Venezia*): photoquadrat sample images were collected every 5 m along 25 m transects, roughly arranged along the direction of the current. Surface sediments granulometry was measured by laser diffraction (LISST 100×). Megabenthos and bioconstructors are examined by analyzing digital photos and sampled specimens.

Results and conclusions - The main aim of this case study was to adapt habitat mapping methods and test them on the channels seafloor, which has been relatively unexplored till now. The devised protocols proved effective to collect informative data. Bathymetries allowed recognising main morphological features, including sedimentation areas, scours, crests and troughs. Backscatter patterns were referred to different sediment textures and covers. Recognised substrate types include bare sediments ranging between coarse silt and very fine sand, macroalgal cover and complex biogenic structures such as dead oyster beds. The latter are intensively encrusted by bioconstructors such as tubicolous polychaetes, and colonised by other organisms such as sponges, tunicates and bryozoans. They are characterised by high biomass and diversity. Arguably, the strong tidal currents and high water exchange are a major factor in shaping these communities. The refinement of biological data, as well as the integration of multidisciplinary information about the substrate and the water column, will allow to better characterise the identified habitats. Main prospects include an inventory and classification of seafloor features and habitats over the Lagoon channels, as well as the analysis of their ecological role, in particular in the context of the major changes that the Lagoon of Venice is facing over the last 50 years.

References

- ALLEN Y.C., WILSON C.A., ROBERTS H.H., SUPAN J. (2005) - High resolution mapping and classification of oyster habitats in nearshore Louisiana using sidescan sonar. *Estuaries*, **28**: 435-446.
- BROWN C.J., SMITH S.J., LAWTON P., ANDERSON J.T. (2011) - Benthic habitat mapping: a review of progress towards improved understanding of the spatial ecology of the seafloor using acoustic techniques. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **92**: 502-520.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., GOLA G. (2001) - Macrozoobenthos di fondo incoerente in Laguna di Venezia: contributo alla conoscenza del bacino di Malamocco. *Biol. Mar. Mediterr.*, **8** (1): 393-402.
- STOLT M., BRADLEY M., TURENNE J., PAYNE M., SCHERER E., CICCHETTI G., SHUMCHENIA E., GUARINELLO M., KING J., BOOTHROYD J., OAKLEY B., THORNER C., AUGUST P. (2011) - Mapping shallow coastal ecosystems: a case study of a Rhode Island lagoon. *J. Coast. Res.*, **27** (6A): 1-15.
- VATOVA A. (1940) - Le zoocenosi della Laguna veneta. *Thalassia*, **3** (10): 1-28.

WORKSHOP organizzato dal gruppo Cetacei
“Fare rete per i Cetacei: dalla teoria alla pratica”
Venezia, 23 maggio 2014

A. ARCANGELI^{1,2}, M. AISSI³, P. ARAGNO^{1,4}, F. ATZORI⁵, M. AZZOLIN⁶, N. BACCETTI^{1,4},
I. CAMPANA^{7,8}, A. CASTELLI⁹, F. CERRI⁹, R. CROSTI¹⁰, L. DAVID^{11,12}, N. DI MEGLIO¹¹,
F. FRAU⁵, S. LIPPI, C. LUPERINI^{6,8}, F. MAFFUCCI¹³, L. MARINI⁶, A. MOULINS¹⁴,
M. PARABOSCHI⁶, G. PELLEGRINO¹⁵, A. RUVOLO^{6,15}, P. TEPSICH¹⁴, M. TRINGALI¹⁵

¹ISPRA, Via Brancati, 48 - 00144 Roma, Italia.

²Università Roma Tre, Roma, Italia.

antonella.arcangeli@isprambiente.it

³Atutax, ⁴COT, ⁵AMP Capo Carbonara, ⁶Univ. di Torino, ⁷Accademia del Leviatano, ⁸Univ. della Tuscia,

⁹Univ. di Pisa DIBIOL, ¹⁰MATTM, ¹¹EcoOcean, ¹²GIS3M, ¹³St. Zool. Anton Dohrn,

¹⁴Fondazione CIMA, ¹⁵Ketos.

CETACEI, UCCELLI PELAGICI, TARTARUGHE MARINE, TRAFFICO MARITTIMO E RIFIUTI MARINI GALLEGGIANTI: POTENZIALITÀ DI UNA RACCOLTA DATI SINOTTICA MULTIDISCIPLINARE NELLA REGIONE MARINA DEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE

CETACEANS, MARINE BIRDS, SEA TURTLES, MARINE TRAFFIC AND FLOATED MARINE LITTER: POTENTIAL OF A SYNOPTIC MULTI-DISCIPLINARY DATA COLLECTION IN THE WESTERN MEDITERRANEAN MARINE REGION

Abstract - Ecology studies and nowadays legislative framework ask for an ecosystem based approach in order to understand and manage the environmental complexity for conservation purpose. An interdisciplinary approach for collecting data on different taxa and potential pressures are experimented in the Mediterranean Sea by a network of scientific organizations. Preliminary results show the potential for a better understanding of key and sensitive (high risk) areas for biodiversity.

Key-words: cetaceans, marine traffic, marine litter, multidisciplinary monitoring, Mediterranean region.

Introduzione - Il quadro normativo in materia di conservazione dell'ambiente marino sottolinea la necessità di un approccio ecosistemico per gestire in maniera efficace le complesse interazioni fra componenti ambientali ed antropiche. La rete di monitoraggio su transetti fissi che utilizza i traghetti come piattaforma di osservazione è stata realizzata a partire dal 2007 per il monitoraggio dei cetacei. Nel tempo è stata sfruttata l'opportunità di una raccolta dati sinottica su diversi taxa (cetacei, uccelli e tartarughe marine) e di alcune fra le principali pressioni che hanno un impatto sulla biodiversità marina (traffico marittimo, *macro-litter* galleggiante).

Materiali e metodi - Osservatori dedicati si imbarcano 2-4 volte al mese effettuando le osservazioni dal ponte comando dei traghetti di linea. Il monitoraggio dei cetacei viene effettuato secondo il protocollo ISPRA (Arcangeli, 2010). Il monitoraggio degli uccelli marini viene realizzato dagli osservatori del COT (Centro Ornitologico Toscano) lungo la tratta Livorno-Bastia secondo il protocollo ESAS (European Seabirds at Sea, Camphuysen e Garthe, 2004). Il monitoraggio del *macro-litter* galleggiante viene realizzato secondo il protocollo sperimentale definito da Università di Pisa, Accademia del Leviatano e ISPRA che prevede la registrazione di tutti gli oggetti maggiori di 20 cm registrati da un osservatore dedicato all'interno di una striscia impostata a priori ≤ 100 m di larghezza a lato nave, con Beaufort ≤ 2 (Luperini *et al.*, 2013). Questo protocollo è stato validato, in collaborazione con la Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, anche per il monitoraggio delle tartarughe marine.

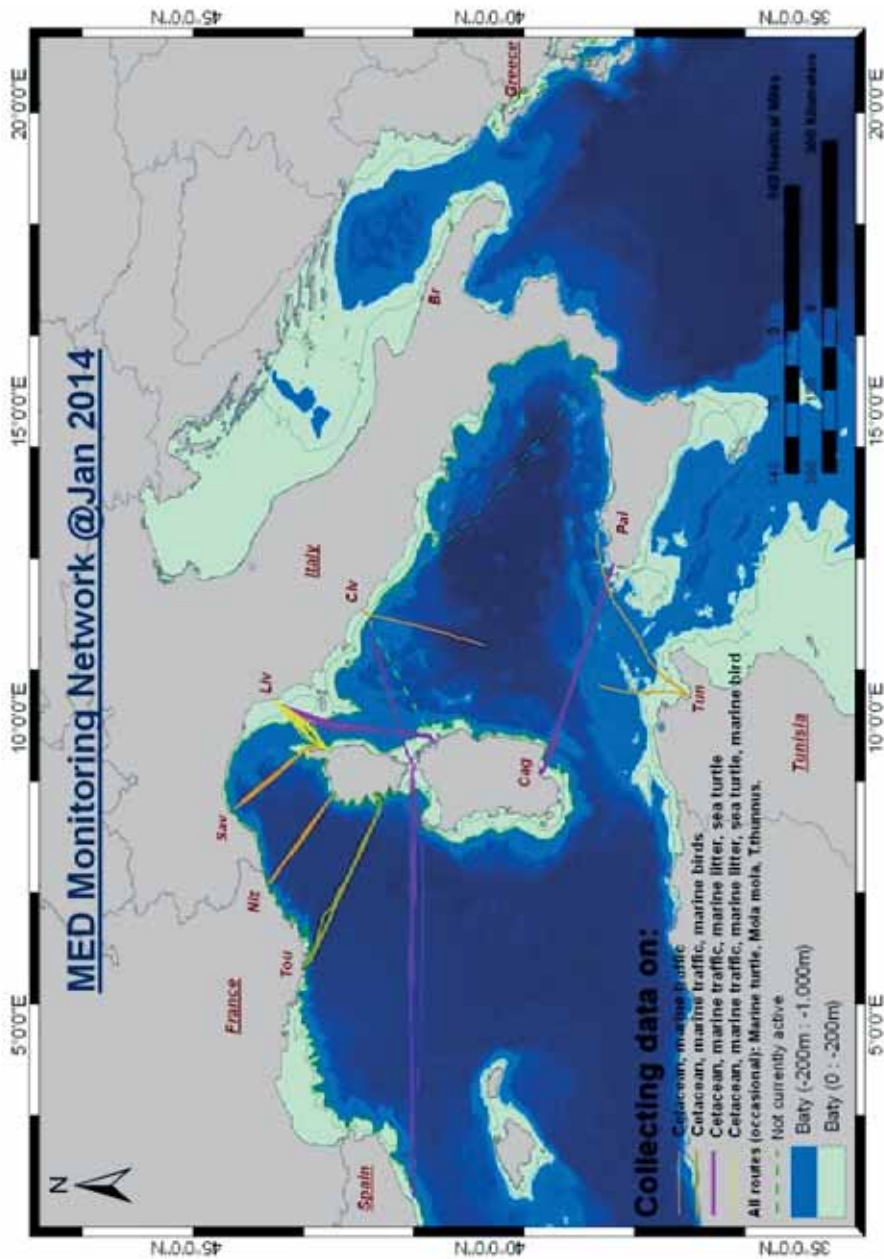


Fig. 1 - Tipo di dato raccolto per transetto (verde: cetacei, traffico marittimo, uccelli marini; rosa: cetacei, traffico marittimo, *marine-litter*, tartarughe; giallo: cetacei, traffico marittimo, *marine-litter*, tartarughe, uccelli marini).
Type of data collected (green: cetaceans, marine birds; pink: cetaceans, marine traffic, *marine-litter*, sea turtles; yellow: cetaceans, marine traffic, *marine-litter*, sea turtle, sea birds).

Risultati - Al 2014 la rete monitora cetacei lungo oltre 1700 miglia nautiche di transetti distribuiti in Mediterraneo orientale (Fig. 1). Il monitoraggio degli uccelli marini è stato realizzato in contemporanea con il monitoraggio cetacei lungo la tratta Livorno-Bastia (34 rilevamenti, dic. 2009 - dic. 2012). I risultati preliminari mostrano la distribuzione differenziata di alcune specie appartenenti a uccelli pelagici e cetacei: l'area costiera fra le 5 e le 15 miglia nautiche da Livorno è area preferenziale per tursiope, berta minore e maggiore; importante per stenella, berta maggiore e tursiope anche l'insenatura di acque più profonde lungo la piattaforma continentale a nord est dell'isola di Capraia; le aree pelagiche fra Capraia e Corsica sono occupate prevalentemente da stenella, berta maggiore e gabbiano reale. Anche se ancora preliminari, i dati su *Caretta caretta* suggeriscono una distribuzione non omogenea della specie nel Mediterraneo centro occidentale con avvistamenti molto più frequenti nel Canale di Sardegna rispetto ai transetti di latitudini maggiori (es. Civitavecchia e Barcellona). Il monitoraggio del *macro-litter* galleggiante è stato realizzato in via sperimentale lungo 3 tratte. I risultati preliminari lungo la Civitavecchia-Barcellona mostrano l'importanza del monitoraggio congiunto cetacei - *marine-litter* ed evidenziano alcune aree di rischio (alte concentrazioni di plastiche galleggianti e presenza di specie teutofaghe, a maggiore rischio di ingestione di plastiche) in particolare nel Tirreno centrale, oltre la scarpata continentale ad est delle Bocche di Bonifacio e nelle aree di scarpata ad ovest della costa spagnola.

Conclusioni - A fronte della necessità di informazioni su larga scala e di lungo termine su diverse componenti della biodiversità marina e di potenziali impatti, il network di monitoraggio dedicato da traghetto si propone come strumento efficace per ottenere informazioni sinottiche multidisciplinari.

Bibliografia

- ARCANGELI A. (2010) - Rete ISPRA di monitoraggio dei cetacei da transetto fisso in Tirreno e Mar Ligure. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 400-401.
- CAMPHUYSEN K., GARTHE S. (2004) - Recording foraging seabirds at sea standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. *Atlantic Seabirds*, **6** (1): 1-32.
- LUPERINI C., ARCANGELI A., CASTELLI A. (2013) - Composition, spatial distribution and source of floating marine macro litter, in the Tuscan-Corsica marine ecosystem in the Pelagos Sanctuary, monitored along a transborder transect. Workshop "Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and seabirds: potential sentinels of good environmental status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive". Siena, 5-6 giugno 2013.

M. BALLARDINI

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (IZSPLV),
S.S. Sezione di Imperia, Via Nizza, 4 - 18100 Imperia, Italia.
marco.ballardini@izsto.it

LA RETE SANITARIA DEGLI ISTITUTI ZOOPROFILATTICI SPERIMENTALI (IIZZSS) PER LA SORVEGLIANZA DIAGNOSTICA SUI CETACEI SPIAGGIATI LUNGO LE COSTE ITALIANE

THE NETWORK OF VETERINARY MEDICAL RESEARCH INSTITUTES (IIZZSS) FOR DIAGNOSTIC INVESTIGATION ON CETACEANS STRANDED ALONG THE ITALIAN COASTLINE

Abstract - Thanks to a research project funded by the Ministry of Health, and the collaboration with the Ministry of the Environment, a national network for diagnostic investigation on dead marine mammals stranded along the Italian coastline has been recently established. The diagnostic network relies on the Veterinary Medical Research Institutes and operates within the national marine mammal stranding network. The newly established diagnostic network has provided evidence of its effectiveness in occasion of the striped dolphins unusual mass mortality event that took place in the Tyrrhenian Sea, in January-March 2013. All necropsies results have been deposited in the online Re.Da.Ce. diagnostic database.

Key-words: data collections, marine mammals, stranding, mortality causes.

Introduzione - Monitorare lo stato sanitario della Cetofauna ha importanti implicazioni sia per la sanità pubblica, sia per la conservazione dei Cetacei stessi. Il contatto diretto con un cetaceo, sia esso vivo o morto, espone infatti al potenziale rischio di contrarre zoonosi od infezioni da patogeni opportunisti (Waltzek *et al.*, 2012), o di diffondere ulteriormente gli eventuali agenti patogeni nell'ambiente, soprattutto in caso di spiaggiamenti. Inoltre, i cetacei possono albergare agenti infettivi in grado di determinare gravi epidemie e importanti eventi di mortalità che possono influenzare la composizione delle popolazioni coinvolte. Il monitoraggio sanitario viene attuato attraverso l'esecuzione di indagini *post mortem* sugli esemplari spiaggiati o rinvenuti morti in mare, applicando un approccio multidisciplinare. Inoltre, poiché la fauna non riconosce i confini territoriali, una visione d'insieme del fenomeno spiaggiamenti può essere raggiunta solamente attraverso un lavoro coordinato a livello nazionale ed internazionale. La ricostruzione della Rete Nazionale Spiaggiamenti è stata dunque lo scopo di un recente accordo tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ed il Ministero della Salute (MINSAL). In particolare, quest'ultimo ha finanziato un progetto di Ricerca Corrente, intitolato "Sviluppo di una rete di sorveglianza diagnostica a tutela della salute e del benessere dei cetacei spiaggiati lungo le coste del territorio nazionale" e coordinato dalla Sezione di Imperia dell'IZS del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (IZSPLV), al fine di istituire una rete basata sugli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IIZZSS), enti preposti all'esecuzione degli esami necroscopici e di laboratorio.

Materiali e metodi - Per la costituzione della rete IIZZSS, sono stati innanzitutto individuati, per ogni Istituto, uno o due referenti che potessero coordinare le attività di sorveglianza nell'ambito del proprio territorio di competenza. Si è poi proceduto con la definizione di un iter diagnostico comune, attraverso la stesura di protocolli operativi condivisi, al fine di garantire un'uniformità di intervento su scala nazionale ed assicurare l'invio dei dati e di campioni alle relative banche dati: Banca Dati

Spiaggiamenti (BDS, presso l'Università di Pavia), Marine Mammal Tissue Bank (MMTB, presso l'Università di Padova). Parallelamente, si è proceduto alla creazione di un database online centralizzato, "Registro Dati Diagnostici Cetacei Spiaggiati" (Re.Da.Ce., <http://uva.izsto.it/redace7main.php>) appositamente dedicato alla raccolta dei risultati delle indagini diagnostiche *post mortem* ed aggiornato costantemente. Per ottenere una divulgazione capillare delle procedure e della normativa in vigore ed assicurare il coordinamento con gli altri Enti territorialmente competenti ad intervenire in caso di spiaggiamenti (Guardia Costiera, Servizi Veterinari delle AASSLL, Corpo Forestale dello Stato, ecc.), è stata quindi organizzata una serie di corsi di formazione, rivolti agli operatori del settore, presso ciascun IZS.

Risultati - I protocolli relativi all'esecuzione dell'esame necroscopico, al campionamento di organi e tessuti per le successive analisi microbiologiche, virologiche, parassitologiche, sierologiche, istologiche, immunoistochimiche, biomolecolari ed eco-tossicologiche sono stati elaborati nell'ambito di un complessivo "Protocollo di intervento sui cetacei spiaggiati morti sul territorio nazionale" ed una scheda per la raccolta dei dati diagnostici è stata divulgata a tutti i referenti degli IIZZSS. I corsi di formazione a livello regionale sono in via di completamento ed il database Re.Da.Ce. è ormai funzionante. La rete diagnostica ha dato prova di efficacia nel corso della sua stessa costituzione, intervenendo in occasione dell'episodio di mortalità anomala che ha colpito le stenelle striate (*Stenella coeruleoalba*) in Mar Tirreno, nel primo trimestre 2013. In quella occasione è stato possibile formulare ipotesi sulla probabile causa, attribuita in primo luogo a *Dolphin Morbillivirus* (DMV), anche se altri fattori indagati, di natura infettiva e non, possono avere contribuito a questo recente evento (Casalone *et al.*, 2014). Complessivamente, nel corso del 2013 gli IIZZSS sono intervenuti in 106 casi sui 244 segnalati alla BDS (43,4% del totale), ogniqualvolta le condizioni di conservazione dei soggetti spiaggiati consentissero l'esecuzione dell'esame necroscopico e le successive analisi.

Conclusioni - Una fattiva collaborazione tra MATTM e MINSAL e la rete di sorveglianza diagnostica degli IIZZSS hanno finalmente consentito di operare in maniera coordinata a livello nazionale e di avere una raccolta centralizzata dei dati diagnostici, la quale, sotto forma del database Re.Da.Ce., si affianca ai due database nazionali, BDS e MMTB, offrendo una visione d'insieme sullo stato sanitario dei Cetacei che spiaggiano sulle coste italiane.

Ringraziamenti: Si ringraziano il MINSAL, il MATTM e i referenti degli IIZZS: W. Mignone, S. Rubini, A. Toffan, M. Latini, N. Ferri, A. Petrella, S. Caracappa, E. De Carlo, F. Scholl, G. Terracciano, A. Pintore; inoltre, C. Casalone, A. Pautasso, B. Iulini e M.D. Pintore dell'IZSPLV, le Università di Padova, Teramo, Genova e Bologna e Fondazione CIMA per la loro partecipazione alla rete di sorveglianza diagnostica.

Bibliografia

- CASALONE C., MAZZARIOL S., PAUTASSO A., DI GUARDO G., DI NOCERA F., LUCIFORA G., LIGIOS C., FRANCO A., FICHI G., COCUMELLI C., CERSINI A., GUERCIO A., PULEIO R., GORIA M., PODESTÀ M., MARSILI L., PAVAN G., PINTORE A., DE CARLO E., ELENÌ C., CARACAPPA S. (2014) - Cetacean strandings in Italy: an unusual mortality event along the Tyrrhenian Sea coast in 2013. *Dis. Aquat. Organ.*, **109**: 81-86.
- WALTZEK T.B., CORTÉS-HINOJOSA G., WELLEHAN J.F.X. JR., GRAY G.C. (2012) - Marine mammal Zoonoses: A Review of Disease Manifestations. *Zoonoses and Public Health*, doi: 10.1111/j.1863-2378.2012.01492.x.

M.F. CINTI, F. ATZORI, F. FRAU, S. CORRIAS, S. LIPPI,
R. GHIANI, S. DONATI¹, A. ARCANGELI^{2,3}

Area Marina Protetta Capo Carbonara, Via Roma, 60 - 09049 Villasimius (CA), Italia.
mariafra.cinti@gmail.com

¹AMP Isole Egadi, Piazza Europa, 3 - 91023 Favignana (TP), Italia.

²ISPRA, Dip. Conservazione Natura, Via Brancati, 60 - 00144 Roma, Italia.

³Università Roma Tre, Viale Marconi, 446 - 00146 Roma, Italia.

MONITORAGGIO DELLE SPECIE MARINE
(CETACEI, TARTARUGHE MARINE)
NEL CANALE DI SARDEGNA
ATTRAVERSO UNA RETE DI AREE MARINE PROTETTE

MONITORING MARINE SPECIES
(CETACEAN, SEA TURTLE)
IN THE SARDINIA CHANNEL
CONNECTING MARINE PROTECTED AREAS

Abstract - Despite the ecological importance of the Sardinia Channel, between Sardinia and Sicily, little information is available on the marine species living or migrating in these waters. A monitoring programme was conducted between the two Marine Protected Areas at the two border of the channel (Capo Carbonara and Egadi MPAs) during summer 2013. Results highlight the importance of the area, especially for some migratory cetacean species, e.g. *Physeter macrocephalus* and sea turtles. The programme also constitute an example of connection between Marine Protected Areas to enhance the knowledge at a broader scale so to be used for conservation purposes.

Key-words: marine parks, migratory species, biodiversity, high seas.

Introduzione - Uno dei principali obiettivi istituzionali delle Aree Marine Protette è quello di mantenere la biodiversità, focalizzando l'attenzione non solo entro i confini dell'area protetta, ma anche nelle aree limitrofe. La stessa Strategia Marina prevede che vengano adottate misure di protezione spaziale che contribuiscano ad istituire reti coerenti e rappresentative di zone marine protette. L'Area Marina Protetta di Capo Carbonara (AMPCC), all'interno del network di monitoraggio coordinato da ISPRA nel Mediterraneo (Arcangeli, 2010), ha attivato uno studio nel Canale di Sardegna, fra l'AMPCC e l'AMP Isole Egadi. Ad oggi infatti, nonostante l'importanza strategica di questo tratto di mare, sono disponibili poche informazioni sulla presenza e distribuzione di cetacei e tartarughe marine al di fuori delle acque costiere.

Materiali e metodi - Il monitoraggio è stato condotto nel periodo compreso tra giugno e ottobre 2013, con osservatori esperti presenti sul ponte di comando del traghetto Dymonios della società di navigazione Tirrenia CIN. Per la raccolta dei dati è stato applicato il protocollo redatto dall'ISPRA "Fixed line transect using ferries as platform of observation" (ISPRA, 2012) attraverso osservazioni visive su transetto lineare coincidente con la tratta Cagliari-Trapani. Durante la navigazione sono stati registrati sistematicamente: dati meteo-marini, di origine antropica (traffico marittimo, rifiuti marini), presenza di cetacei, tartarughe e altre specie marine di interesse (*Mobula mobular*, *Thunnus* spp.). Sono stati elaborati il tasso di incontro (ER=avvistamenti/100 Km on effort) e la dimensione media del gruppo per ciascuna specie; l'analisi spaziale è stata eseguita in ArcGIS 10.1. applicando il metodo di Kernel, con celle della griglia pari a 5×5 Km.

Risultati - In 14 traversate totali, sono state monitorate sistematicamente 1,257 miglia nautiche in buone condizioni meteo fra Cagliari (Sardegna) e Trapani (Sicilia) con un tasso di incontro totale di $1,41 \pm 0,39$ avvistamenti per 100 Km percorsi. I risultati preliminari confermano la presenza di stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) ($ER=0,54 \pm 0,17$), capodoglio (*Physeter macrocephalus*) ($ER=0,15 \pm 0,12$), tursiope (*Tursiops truncatus*) ($ER=0,1 \pm 0,05$), con avvistamenti occasionali di grampo (*Grampus griseus*) e di delfino comune (*Delphinus delphis*). Interessante l'assenza di avvistamenti di balenottera durante tutto il periodo studiato. La stenella è stata avvistata in gruppi di dimensione media di 13,2 individui, con punti di avvistamento concentrati principalmente in corrispondenza della complessa batimetria dell'area sud-est del Canale. Il capodoglio è stato avvistato in corrispondenza delle aree scoscese a sud dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara, dove è stato registrato un gruppo di sei animali con un piccolo in data 23 giugno. Il tursiope è stato avvistato in gruppi piccoli (media=2,67) vicino alle coste sarde e siciliane. Di notevole importanza l'alta frequenza della tartaruga *Caretta caretta* ($ER=4,7 \pm 0,14$) registrata lungo tutto il transetto e gli avvistamenti occasionali di *T. thynnus* e *M. mobular*.

Conclusioni - I risultati mostrano che il tasso di incontro di cetacei lungo il transetto campione del canale di Sardegna nella stagione estiva sono in linea con quelli medio bassi rilevati lungo i transetti del Santuario Pelagos nella stessa stagione (Arcangeli *et al.*, 2013). Importante segnalare la presenza di almeno un gruppo familiare di capodoglio e l'elevato tasso di incontro di *Caretta caretta*. Interessante l'assenza di balenottera lungo tutta la stagione estiva 2013: l'ampliamento dei monitoraggi alla stagione primaverile prossima permetterà di ampliare le conoscenze sull'eventuale uso di questa strategica area da parte della specie. I risultati confermano l'importanza dell'area di studio ed il valore di questo lavoro per migliorare le conoscenze sulla biodiversità marina dell'area.

Bibliografia

- ARCANGELI A. (2010) - Rete ISPRA di monitoraggio dei cetacei da transetto fisso in Tirreno e Mar Ligure. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 400-401.
- ARCANGELI A., DAVID L., DI MEGLIO N., MOULINS A., MAYOL P., MARINI L., ROSSO M., TEPSICH P., CASTELLI A., PALIAGA P., TRINGALI M. (2013) - Meeting the needs for conservation: a network of cetacean monitoring in the Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**: 609.
- ISPRA (2012) - *Fixed line transect using ferries as platform of observation monitoring protocol*. Allegato tecnico della convenzione quadro per lo svolgimento di attività di 'Fixed line transect using ferries as platform of observation for monitoring cetacean populations': 11 pp.

C. FANIZZA, S. DIMATTEO, V. POLLAZZON, V. PRUNELLA, R. CARLUCCI*

Ionian Dolphin Conservation, Viale Virgilio, 102 - 74121 Taranto, Italy.

*Department of Biology, University of Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italy.
roberto.carlucci@uniba.it

AN UPDATE OF CETACEANS OCCURRENCE IN THE GULF OF TARANTO (WESTERN-CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

AGGIORNAMENTO DEGLI AVVISTAMENTI DI CETACEI NEL GOLFO DI TARANTO (MEDITERRANEO CENTRO-OCCIDENTALE)

Abstract - The occurrence of Cetaceans in the Gulf of Taranto was updated using data collected from 2009 to 2012. The high sighting rate estimated for the pelagic dolphins *S. coeruleoalba* together with the observations recorded during the monitoring period for *T. truncatus*, *G. griseus* and *B. physalus* candidate the Gulf of Taranto to be an important hotspot for the conservation of the Cetaceans in the Mediterranean.

Key-words: cetology, Northern Ionian Sea, Mediterranean Sea.

Introduction - Although Cetaceans in the Gulf of Taranto could be exposed to high levels of anthropogenic threats such as strikes from merchant traffic and exposition to chemical pollution, up to date no conservation measures were enforced in the area mostly due to the shortcoming in basic scientific information. In fact, only recently the occurrence of wild Cetaceans in the Gulf of Taranto was reported providing a first scientific baseline (Dimatteo *et al.*, 2011), whilst previous studies detailed mortality events (Bortolotto *et al.*, 1992). An update of the occurrence of *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Grampus griseus* and *Balaenoptera physalus* was provided in this study as a contribution to the knowledge on their distribution and abundance in the Western-Central Mediterranean Sea.

Materials and methods - Sightings occurred from April 2009 to September 2012 during surveys carried out using a rib boat and adopting an off-effort linear transects method across an investigated area of about 130 square miles in the Gulf of Taranto. The monitoring effort was 4 h/day of observation on board during 190 daily trips. During sightings, observers were recommended to adopt a responsible behaviour in order to prevent collisions and possible injuries to Cetaceans. Observers had to maintain a minimum safe distance of 5-10 m and a slow navigation speed. In order to verify identification of the species video-photo records were gathered. Data collection was focussed on body characters such as dorsal fin, tail and scars. Date, day time, sea weather conditions, geographic coordinates, distance from the coast and depth were recorded as well the duration of the contact, the number of observed specimens and their behaviour. The spatial distribution of the sightings occurred during the study period was elaborated using ArcGIS 10.2 Esri.

Results - A monitoring effort of 760 h of observation on board provided a total of 155 sightings of Cetaceans occurred in the Gulf of Taranto during the investigated period (Fig. 1). In particular, 134 sightings were ascribed to *S. coeruleoalba*, 19 to *T. truncatus*, 1 to *G. griseus* and 1 to *B. physalus*. The striped dolphin was observed with a sighting rate of 0.71 and a mean aggregation number of 45 ± 31 specimens. The estimated mean duration of the contact was 47 ± 17 minutes. Observations occurred from 1.24 to 12.69 km from the coast in the depth range between 50 and 660 m. The mean depth recorded for the species in the area was 332 ± 136 m. Remarkably, 6 calves of *S. coeruleoalba* sized 60-90 cm TL were observed on 14 September 2011 (4

calves) and 18 August 2012 (2 calves). Unexpectedly, a striped dolphin was observed deeply inside the harbour area of Taranto on April 2012. The bottlenose dolphin showed a sighting rate of 0.10 and the mean aggregation number of 16 ± 10 specimens. The estimated mean duration of the contact was 61 ± 31 minutes. Observations of *T. truncatus* occurred from 1.24 to 3.60 km from the coast in the depth range between 40 and 100 m. The mean depth recorded for the species in the area was 65 ± 22 m. Finally, an accidental observation of *G. griseus* and *B. physalus* occurred at 388 m in front of Cape S. Vito and at 505 m off Marina di Ginosa, respectively.

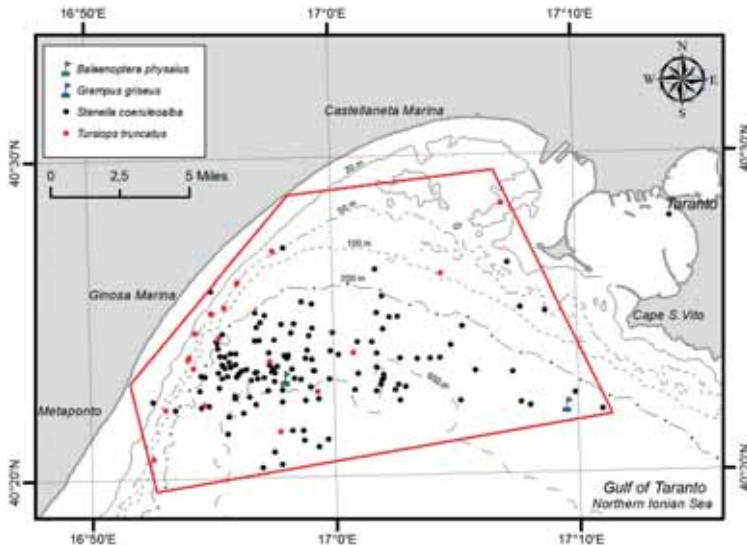


Fig. 1 - Map of the sighting of Cetaceans occurred in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central Mediterranean Sea) during the monitoring period 2009-2012.

Mappa degli avvistamenti di Cetacei avvenuti nel Golfo di Taranto (Ionio Nord-Occidentale, Mar Mediterraneo Centrale) durante il periodo di monitoraggio 2009-2012.

Conclusions - The high sighting rate estimated for the pelagic dolphins *S. coeruleoalba*, together with the observations recorded during the monitoring period for *T. truncatus*, *G. griseus* and *B. physalus* candidate the Gulf of Taranto to be an important hotspot for the conservation of the Cetaceans in the Mediterranean Sea. In particular, the evidence of continuative presences of marine mammals in the Gulf of Taranto as described in the present study and also reported in Dimatteo *et al.* (2011) could be explained by the high primary production observed as result of a significant up-welling phenomenon linked to local geomorphology and hydrographic features. Finally, the observations of both adult, juveniles and calves of striped dolphin could represent a first evidence for a stable and self-perpetuating population of *S. coeruleoalba* in the Gulf of Taranto. However, further studies could be applied in order to address this important aspect of the population dynamic.

References

- BORTOLOTTI A., CASINI L., STANZANI L. (1992) - Dolphin mortality along the Southern Italian coasts (June-September 1991). *Aquatic Mammals*, **18** (2): 56-60.
- DIMATTEO S., SINISCALCHI M., ESPOSITO L., PRUNELLA V., BONDANESE P., BEARZI G., QUARANTA A. (2011) - Encounters with pelagic and continental slope cetacean species near the northern shore of the Gulf of Taranto, Italy. *Ital. J. Zool.*, **78** (1): 130-132.

C. FIORI^{1,2}, J. ALESSI^{1,3}

¹Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova,
C.so Europa, 26 - 16124 Genova, Italia.

²Associazione "MENKAB: il respiro del mare", Savona, Italia.
cristina.fiori@unige.it

³DIFI, Università di Genova, Genova, Italia.

UN ESEMPIO DI RETE MULTIDISCIPLINARE SU SCALA MEDITERRANEA: PROGETTO PROMETEOS. I CETACEI COME INDICATORI DELLA BIODIVERSITÀ NELL'ECOSISTEMA DELLE "MONTAGNE SOTTOMARINE"

AN EXAMPLE OF MULTIDISCIPLINARY NETWORK ON MEDITERRANEAN SCALE: PROMETEOS PROJECT. THE ROLE OF CETACEANS AS BIODIVERSITY INDICATORS OF THE SEAMOUNT ECOSYSTEMS

Abstract - Offshore Mediterranean oceanographic systems are complex and partially unknown. Some features such as seamounts and submarine canyons are stepping-stone for feeding and reproduction of many species among which top-predators, cetaceans in particular. PROMETEOS project aims to providing the best available knowledge on these features and to conduct surveys on top-predators concentration - *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) - as indicators for deep-sea biodiversity richness. As outputs the project will provide methodology and guide lines for assessing offshore biodiversity through top-predators survey, as well as proposals for Marine Protected Areas designation of offshore features in collaboration with the Mediterranean international governance bodies or national relevant administrations. Within PROMETEOS project numerous intra- and inter- disciplinary collaborations have been activated with public and private entities in order to contribute to the implementation of the data.

Key-words: top predator, seamount, *Stenella coeruleoalba*.

Introduzione - Le montagne (SMs) e i canyon sottomarini (SCs) sono hot spot di biodiversità pelagica (Morato *et al.*, 2010; Wurtz, 2012). Le informazioni relative al loro ruolo ecosistemico in Mediterraneo risultano ad oggi frammentarie e lacunose. IUCN-Med, in collaborazione con l'Associazione "MENKAB: il respiro del mare" e l'Università degli Studi di Genova (DISTAV), è impegnata nel progetto "PROMETEOS: PROtection of the MEDiTERRanean Open Seas: Contributing to the establishment of Marine Protected Areas over offshore seamounts and submarine canyons" (finanziato dalla Fondazione Mava). Lo scopo di PROMETEOS è quello di riassumere e integrare le informazioni disponibili relative al biotopo, alle biocenosi associate e ai "visitatori" pelagici, tra cui i cetacei, al fine di indicare alla Comunità Internazionale e agli Stati membri l'istituzione di aree chiave di protezione, identificabili nelle SMs e nei SCs. La stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) è stata identificata come specie indicatrice della ricchezza ecosistemica delle SMs, infatti, secondo Aissi *et al.* (2013), è il cetaceo che subisce la maggior influenza da parte delle SMs.

Materiali e metodi - *Atlante delle montagne sottomarine del Mediterraneo*: Raccolta e sintesi critica dei dati sulle SMs del Mediterraneo, da parte di un team multidisciplinare e internazionale di geologi, oceanografi e biologi. È stato aggiornato il catalogo delle montagne sottomarine presenti all'interno dell'area in esame. Utilizzando le carte batimetriche EMODnet, sono state individuate le SMs secondo la definizione di Staudigel e Clague (2010). *Campagna di ricerca*: L'indagine si è svolta in Mar Tirreno per una durata di 44 giorni, tra luglio e agosto 2013, con un'imbarcazione a vela. Durante la navigazione sono stati raccolti dati sulla

distribuzione di cetacei, pesci spada, tonni, tartarughe e uccelli per 70 SMs. *Elaborazione dati:* Al fine di dimostrare e quantificare l'effetto delle SMs sulla stenella striata, è stata calcolata la relazione tra la frequenza di avvistamento e la distanza dalla SM più vicina; il punto di flesso della curva ottenuta definisce l'estensione dell'influenza delle SMs. La significatività dei risultati ottenuti è stata valutata mediante il test del chi-quadro. L'effetto della pendenza e dell'altezza, è stato valutato tramite GLM. Le SMs studiate sono state suddivise in 8 categorie per similarità morfologica utilizzando la cluster analysis, per ogni categoria è stato calcolato il tasso di presenza (n avvistamenti Sc/n montagne categoria).

Risultati - Grazie all'indagine cartografica sono state individuate per il Mar Tirreno, oltre le 57 SMs riconosciute in bibliografia, 17 nuove SMs, 43 per il canale di Sicilia e Mar Ionio, 74 per la porzione occidentale e 32 per la porzione orientale del bacino (ad oggi in fase di revisione). Durante la campagna di raccolta dati sono state percorse 1.736 MN, per complessive 476 ore di avvistamento. In totale sono stati effettuati 397 avvistamenti: 60 cetacei (*Stenella coeruleoalba* n. 44, *Ziphius cavirostris* n. 2, *Balaenoptera physalus* n. 3, *Physeter catodon* n. 1, *Delphinus delphis* n. 3, *Grampus griseus* n. 2, *Tursiops truncatus* n. 4); 273 uccelli (*Calonectris diomedea*, *Puffinus puffinus*, *Sterna hirundo*); 35 tartarughe (*Caretta caretta*); 26 pesci ossei (*Thunnus thynnus* n. 16 e *Xiphias gladius* n. 10) e 3 squali di specie non identificata. La massima frequenza di avvistamento di stenella striata risulta essere tra le 5 e le 10 mn dalla sommità della SM. La retta di regressione ha un $R^2=0,9485$, mentre il punto di flesso corrisponde a 13.3187 mn, con un $\chi^2=14,6957$ (P-value=0,002). Il GLM ha evidenziato una maggior presenza di stenelle in corrispondenza di montagne con bassa pendenza ed elevata altezza.

Conclusioni - La campagna di raccolta dati e le collaborazioni intraprese hanno permesso di implementare le conoscenze sull'ecosistema pelagico in Mar Tirreno. I risultati dimostrano, inoltre, la necessità di effettuare ulteriori indagini per consegnare alla Governance linee guida utili all'applicazione di politiche di gestione e conservazione delle SMs e SCs, in particolare per verificare eventuali differenze stagionali e per valutare eventuali variazioni tra la porzione orientale, centrale ed occidentale del Mediterraneo.

Bibliografia

- AISSI M., ALESSI J., FIORI C. (2013) - PROMETEOS Project: Evidence of seamounts and submarine canyons effects on cetacean aggregation in the central Mediterranean Sea. 27th Conference of European Cetacean Society. April 8th-10th 2013. Setúbal, Portugal.
- MORATO T., HOYLE S.D., ALLAIN V., NICOL S.J. (2010) - Seamounts are hotspots of pelagic biodiversity in the open ocean. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, **107**: 9707-9711.
- STAUDIGEL H., CLAGUE D.A. (2010) - The geological history of deep-sea volcanoes: Biosphere, hydrosphere, and lithosphere interactions. *Oceanography*, **23** (1): 58-71.
- WÜRTZ M. (2012) - *Mediterranean submarine canyons: Ecology and governance*. IUCN: 211 pp.

C. LANFREDI^{1,2}, A. AZZELLINO^{1,2}, A. IACOPONI³, G. LICITRA³

¹Politecnico di Milano, University of Technology, DICA Environmental Engineering Division,
Piazza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 Milano, Italia.

²Tethys Research Institute, Viale G.B. Gadio, 2 - 20121 Milano, Italia.
caterina.lanfredi@polimi.it

³ARPAT Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, Italia.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL RUMORE DA TRAFFICO NAVALE SUI CETACEI NEL SANTUARIO PELAGOS

MARITIME TRAFFIC NOISE: ASSESSMENT OF THE EXPOSURE RISK FOR CETACEANS SPECIES IN THE PELAGOS SANCTUARY

Abstract - The EU's Marine Strategy Framework Directive specifies indicators to assess the environmental status of marine habitats with respect to low-frequency, continuous sounds that is mainly generated by maritime traffic. To respond to the EU requirements, the 'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Toscana (ARPAT)' under the framework of the GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) project, have developed a model to characterized and quantify the noise ship traffic in Pelagos Sanctuary area (Ligurian Sea). To assess the risk of exposure, the noise maps obtained were associated to an Index of Marine Mammals Biodiversity, developed combining the habitat model prediction probabilities of the seven cetaceans species inhabiting the Pelagos Sanctuary. Significant results were obtained (P -level < 0.05). Highest biodiversity areas were found associated with higher noise levels at 100 m of depth while lower biodiversity presented higher noise levels at 10 m of depth. The risk maps obtained can be used to set avoidance criterion in the spatial planning of future additional man-made sound emission activities.

Key-words: maritime traffic noise, Pelagos Sanctuary, cetaceans, habitat modelling.

Introduzione - L'ambiente marino è interessato da diverse attività antropiche, molte delle quali producono emissioni acustiche. La gestione degli impatti delle emissioni sonore in ambiente marino rappresenta una tematica di crescente interesse in virtù dell'emanazione della *Direttiva Strategica Mare* (Dir. 2008/56/C) che ha posto l'accento su questo particolare tipo di impatto inserendo il "rumore sottomarino prodotto dall'uomo" nella lista dei descrittori per la determinazione del buono stato ecologico degli ambienti marini (Allegato I, punto 11). Tra i criteri attualmente proposti per la caratterizzazione del rumore sono elencati i "suoni continui e diffusi a bassa frequenza" imputabili in larga parte al rumore prodotto dal traffico navale. La Direttiva individua in particolare come indicatore del buon stato ecologico per i suoni continui a bassa frequenza il livello di rumore ambientale, mediato all'interno di un anno nelle bande di terzi di ottava dei 63 e 125 Hz, che non deve eccedere il valore limite di 100 dB re 1 μ Pa 1 m. Il rumore indotto dal traffico navale può infatti causare innalzamenti del livello medio di rumore in mare, ostacolando la comunicazione tra gli organismi marini e in particolare per i mammiferi marini, fino ad avere effetti sulla distribuzione delle popolazioni stesse.

Materiali e metodi - La potenziale esposizione delle specie di cetacei a suoni continui a bassa frequenza è stata valutata nella zona del Santuario Pelagos utilizzando i risultati di un modello di propagazione del rumore del traffico navale sviluppato nella zona del Santuario da ARPAT, in collaborazione con l'Istituto di Acustica e Sensoristica (IDASC), nel contesto del progetto transfrontaliero GIONHA. La modellazione del rumore sottomarino è stata sviluppata da ARPAT utilizzando come input la banca dati NURC (*NATO Undersea Research Centre*) sul traffico marittimo relativo all'anno 2009, proveniente dal Sistema di Identificazione Automatica (AIS - *Automatic Identification System*). La modellazione del rumore

è stata implementata tenendo conto sia delle caratteristiche di emissione delle varie tipologie di imbarcazioni, sia dei parametri ambientali che influenzano la propagazione dei suoni come la batimetria del fondale, i profili di velocità del suono e le proprietà geoacustiche del fondale marino (es. densità, attenuazione). Sono state così realizzate da ARPAT, mappe di rumore a tre diverse profondità (10, 100, 1000 metri), nelle bande di terzi di ottava di 63 e 125 Hz, che tengono conto della variabilità stagionale dei parametri ambientali per l'anno 2009. Dalle simulazioni il limite dei 100 dB risulta superato in tutta l'area di studio e durante tutto il periodo considerato (ARPAT, 2011). Il rischio potenziale di esposizione per le specie ai livelli di rumore più elevati è stato valutato sulla base della biodiversità attesa di cetacei nella zona del Mar Ligure. Un indice di biodiversità è stato calcolato sommando i risultati consolidati dei modelli di habitat previsionali per 7 specie di cetacei ottenuti dalla modellazione dei dati raccolti tra il 1990 e il 2007 dal *Tethys Research Institute* (Azzellino *et al.*, 2012). Sia l'indice di biodiversità che i livelli di rumore calcolati sono stati interpolati con un software di georeferenziazione GIS per mezzo dell'algoritmo IDW (Inverse Distance Weighted) ad una griglia di analisi suddivisa in celle di dimensioni 9×7 km.

Risultati - Le aree in cui si è riscontrata una minor biodiversità attesa di cetacei (es. zone costiera orientale) risultano associate a zone che presentano i più alti livelli di rumore (>110 dB) a 10 m di profondità (Kruskal wallis Chi-square test =9.168; P-level<0.05). La specie potenzialmente più esposta a questo tipo di pressione è il Tursiopo (*Tursiops truncatus*) per il quale si è riscontrata una maggior probabilità di presenza nella zona. Al contrario le aree che mostrano i più alti valori di biodiversità attesa (es. zone di scarpata continentale) risultano associate a zone che presentano i più alti livelli di rumore (>115 dB) a 100 m di profondità (Kruskal wallis Chi-square Test =42.349; P-level<0,05). È noto che il dinamismo ambientale delle zone di scarpata favorisce la presenza di diverse specie di cetacei, tra cui il capodoglio *Physeter macrocephalus*, lo zifio *Ziphius cavirostris*, il grampo *Grampus griseus*, la stenella striata *Stenella coeruleoalba* ma anche la balenottera comune *Balaenoptera physalus*, per i quali si riscontra una maggior probabilità di presenza nella zona e quindi anche un maggior rischio potenziale di esposizione.

Conclusioni - L'integrazione dei risultati di modelli di habitat consolidati su serie storiche di dati con l'output di modelli acustici di propagazione del traffico navale a diversa profondità può costituire uno strumento efficace di valutazione del potenziale rischio di esposizione per i cetacei al rumore generato dal traffico navale.

Bibliografia

- ARPAT (2011) - *Valutazione dell'inquinamento acustico presente nell'area del santuario PELAGOS dovuto alla componente "traffico navale" secondo le indicazioni della Marine Strategy Framework Directive 2008/56/CE*. Rapporto tecnico progetto GIONHA.
- AZZELLINO A., PANIGADA S., LANFREDI C., ZANARDELLI M., AIROLDI S., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2012) - Predictive habitat models for managing marine areas: spatial and temporal distribution of marine mammals within the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea). *Ocean Coast. Manage.*, **67**: 63-74.

C. MARINI, F. FOSSA*, M. BELLINGERI*, G. GNONE*, P. VASSALLO

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
chiara.marini@edu.unige.it

*Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

MODELLIZZAZIONE DELL'HABITAT DEL TURSIOPE NEL MAR LIGURE DI LEVANTE: TRE DIVERSI APPROCCI

MODELLIZING BOTTLENOSE DOLPHIN HABITAT IN THE EASTERN LIGURIAN SEA: THREE DIFFERENT APPROACHES

Abstract - *Modelling approach is a relatively new tool to investigate bottlenose dolphin (Tursiops truncatus, Montagu 1821) preferences for its habitat and few studies were focused to Mediterranean populations. While dolphins' habitat preferences may be primarily influenced by the distribution of their prey, several studies suggested the possibility of defining cetaceans' habitat selection in terms of physiographic and hydrographic features. In this study four predictive static variables were identified: depth, distance from coast, distance from 100 m bathymetry and slope. Three modelling techniques were tested and compared in a coastal area along the East coast of Liguria (North-Western Mediterranean Sea): Generalized Linear Model, Generalized Additive Model and Random Forest.*

Key-words: *cetology, ecology, habitat selection, modeling.*

Introduzione - L'utilizzo dei modelli per studiare la relazione tra distribuzione e uso dell'habitat nei cetacei è notevolmente cresciuto negli ultimi decenni e oggi si presenta come un interessante strumento di supporto alle politiche gestionali. Tuttavia l'attenzione dei ricercatori è stata sino ad ora focalizzata solo verso specie prevalentemente pelagiche e i tentativi di elaborare modelli di habitat per il tursiope sono relativamente pochi. Le tecniche maggiormente utilizzate sono modelli di regressione, come Generalized Linear Model (GLM) e Generalized Additive Model (GAM) (Bailey e Thompson, 2006; Blasi e Boitani, 2012). L'obiettivo di questo lavoro è offrire un confronto di queste due tecniche con una tipologia di analisi basata sulle reti neurali, di applicazione inedita in cetologia: la Random Forest (RF) (Cutler *et al.*, 2007).

Materiali e metodi - L'area di studio si estende da Punta Chiappa (Genova) a Punta Bianca (La Spezia). I dati analizzati sono stati raccolti dal 2005 al 2012, per un totale di 171 avvistamenti. Sono state individuate quattro variabili statiche: profondità, pendenza del fondale, distanza dalla batimetrica dei 100 metri e distanza dalla costa. I dati geo-referenziati (tracciati delle rotte e punti di avvistamento) sono stati registrati tramite GPS durante i rilevamenti da gommone. Gli avvistamenti e le variabili selezionate sono stati riportati su un grigliato regolare (1x1 NM). Tutti i modelli proposti sono stati sviluppati grazie ad applicazioni del software R (3.0.2). Le due tecniche di regressione (GAM e GLM) sono le più utilizzate in letteratura (Bailey e Thompson, 2006; Blasi e Boitani, 2012), mentre la RF viene proposta in questo ambito per la prima volta. Si tratta di una tecnica di apprendimento a reti neurali; la metodologia prevede una fase di *training* durante la quale viene attuato un processo decisionale che produce un numero casuale di ramificazioni che andranno a formare una 'foresta' di possibili successioni di scelte. Al termine di tale processo il sistema individua in maniera autonoma la combinazione tra le variabili con la percentuale di successo maggiore.

Risultati - Al fine di effettuare una verifica dell'attendibilità dei risultati derivanti dalle diverse tecniche modellistiche, si riportano gli istogrammi di frequenza degli avvistamenti in relazione alla percentuale di predizione calcolata (Fig. 1).

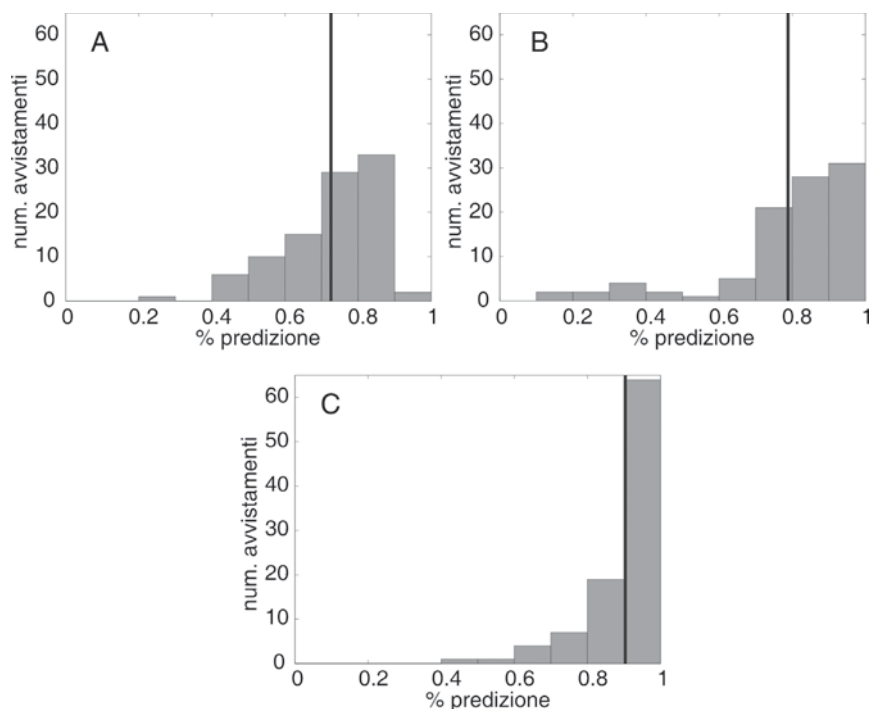


Fig. 1 - Grafici di frequenza per GLM (A), GAM (B) e RF (C).

Frequency graphs of GLM (A), GAM (B) and RF (C).

Conclusioni - I risultati ottenuti mostrano che la RF è la tecnica che meglio descrive l'andamento dei nostri dati; la sua percentuale di predizione media è infatti del 90% come mostra il grafico in Fig. 1C. Tale successo deriva dalla capacità della RF di analizzare in maniera più accurata il dataset attraverso il processo di autoapprendimento descritto in precedenza. Con il percorso intrapreso in questo progetto si intende sviluppare un modello predittivo che possa essere utilizzato anche in altre aree del Mediterraneo.

Bibliografia

- BAILEY H., THOMPSON P. (2006) - Quantitative analysis of bottlenose dolphin movement patterns and their relationship with foraging. *Anim. Ecol.*, **75**: 456-465.
- BLASI M., BOITANI L. (2012) - Modelling fine-scale distribution of bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* using physiographic features on Filicudi (southern Tyrrhenian Sea, Italy). *Endangered Species Res.*, **17**: 269-288.
- CUTLER D.R., EDWARDS T.C., BEARD K.H., CUTLER A., HESS K.T., GIBSON J., LAWLER J.J. (2007) - Random forests for classification in ecology. *Ecology*, **88** (11): 2783-2792.

L. MARSILI, D. COPPOLA, M. BAINI, M. GIANNETTI, M. MACCANTI,
M.C. FOSSI, F. CANCELLI¹, C. MANCUSI², F. SERENA²,
S. VENTRELLA³, S. MAZZARIOL⁴, G. TERRACCIANO⁵

Dip. di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena,
Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.
marsilil@unisi.it

¹Accademia dei Fisiocritici, Siena, Italia.

²ARPAT, Livorno, Italia.

³Osservatorio Toscano Cetacei, Firenze, Italia.

⁴Dip. di Sanità Pubblica, Patologia Comparata e Igiene Veterinaria, Università di Padova, Italia.

⁵Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana, Italia.

**FARE RETE PER I CETACEI IN TOSCANA:
STRESS TOSSICOLOGICO DA ORGANOCOLORATI
IN ESEMPLARI DI *STENELLA COERULEOALBA*
RECUPERATI NEL PERIODO GENNAIO-MARZO 2013**

***TUSCAN NETWORKING FOR CETACEANS:
TOXICOLOGICAL STRESS BY ORGANOCHLORINES
IN SPECIMENS OF *STENELLA COERULEOALBA*
RECOVERED BETWEEN JANUARY-MARCH 2013***

Abstract - Since 2007 the Tuscany Region has promoted and enabled the Tuscan Observatory for Cetaceans in order to build a network of contacts and partners among all the public and private entities involved in the ordinary management of coastline, fishing, pollution, and monitoring of our greatest resource: the Mediterranean Sea. An unusual mortality event involving cetaceans, mainly striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), occurred along the Tyrrhenian Sea coast of Italy during the first 3 months of 2013. The coordination of the Tuscan Network has been crucial to the recovery and study of these specimens, in particular to determine the main causes of their death. In this paper we evaluate the toxicological stress of these stranded cetaceans linked to the organochlorine contamination, supposing that these xenobiotics are powerful immunosuppressants.

Key-words: Striped dolphin, unusual mortality event, Stranding Tuscan Network, toxicological stress, organochlorine contaminants.

Introduzione - Nel periodo gennaio-marzo 2013 le coste tirreniche delle regioni Toscana, Lazio, Campania, Calabria, Sicilia e Sardegna sono state interessate da uno spiaggiamento anomalo di cetacei. In questo periodo 12 esemplari di stenella striata sono stati recuperati lungo le coste della Toscana da personale ARPAT o dell'Università di Siena ed alcuni sono stati sottoposti a necropsia da parte di personale specializzato dell'Istituto Zooprofilattico di Pisa. Quando la necropsia non era possibile, si procedeva alla dissezione dell'esemplare presso l'Accademia dei Fisiocritici di Siena, per il recupero di materiale biologico da utilizzare per le indagini dei diversi contaminanti. Questo lavoro vuole essere un esempio di come si possa "Fare Rete per i Cetacei", passando dalla Teoria alla Pratica, in modo da ottenere il massimo delle informazioni da un esemplare spiaggiato al fine di valutare lo stato di salute delle specie e dell'ambiente in cui vivono (Marsili, 2000). Inoltre questo studio ha avuto l'obiettivo di valutare lo stress tossicologico da organoclorurati delle stenelle striate analizzate, per stabilire quanto questi xenobiotici abbiano rappresentato una concausa nell'evento di mortalità soprattutto in funzione della loro nota capacità di immunodepressori (Marsili *et al.*, 2004, 2012).

Materiali e metodi - 12 esemplari sono stati rinvenuti lungo le coste della Toscana dal Gennaio al Marzo 2013 (CITES IT02515/IT007). Il grasso sottocutaneo è stato estratto per le analisi dei DDTs e dei PCBs (Marsili e Focardi, 1996).

Risultati - Per valutare l'effettivo livello di stress tossicologico causato dagli organoclorurati negli esemplari indagati in questo lavoro, è stato utilizzato un modello teorico pubblicato da Marsili *et al.* (2004) che permette di stabilire quanto il carico di *DDTs* e *PCBs* possa avere una corresponsabilità sullo spiaggiamento delle stenelle. Il livello di Hazard viene considerato quando i valori sono superiori a 0,47.

$$\text{CAN (Potenzial Hazard)} = (9,51 \times 10^{-6} \times \text{PCBs} + 4,40 \times 10^{-6} \times \text{DDTs}) - 0,92$$

Su 6 esemplari è stato possibile effettuare la necropsia necessaria per definire da quali patogeni fossero affetti. 7 animali su un totale di 12, cioè il 58% degli esemplari analizzati, presentavano valori superiori al livello *Hazard* di 0,47 e di questi, 5 erano sensibilmente maggiori, con valori che raggiungevano anche 6,27, cioè 13 volte maggiori del livello di rischio. Si trattava quindi, in più della metà dei casi analizzati, di esemplari fortemente contaminati da organoclorurati. *Dolphin Morbillivirus* (DMV) è stato trovato a livello di diversi organi, ma in particolare a livello del tessuto cerebrale in 3 stenelle striate. 2 di queste avevano anche livelli di *OCs* tali da mostrare un pericolo tossicologico (CAN) nella soglia dell'irreversibilità. Questi dati sembrano quindi confermare l'evidente correlazione tra contaminazione e malattia morbillivirale. L'esemplare con il CAN più elevato fra gli animali sottoposti a necropsia, era positivo per DMV sia a livello dell'encefalo che dei polmoni ed aveva parassiti di vario tipo a livello dei diversi organi. In ogni caso anche gli altri esemplari con infezioni diverse da quella sostenuta da DMV, come ad esempio quelle da *Brucella* spp., da *Toxoplasma gondii*, da *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* e da *Herpesvirus*, erano per lo più quelli con i livelli maggiori di contaminanti.

Conclusioni - Nonostante questo studio non aumenti le conoscenze sui meccanismi biomolecolari e le dinamiche immunologiche che regolano l'interazione *noxae* biologiche/*noxae* chimiche, i quali risultano al momento in larga parte ignoti, conferma l'esistenza di un sinergismo eziopatogenetico fra i suddetti agenti biologici e molti contaminanti ambientali immunotossici quali *PCBs* e *DDTs*, che queste stenelle striate hanno accumulato in grande quantità nel proprio *blubber*.

Bibliografia

- MARSILI L. (2000) - Lipophilic contaminants in marine mammals: review of the results of ten years work at the Department of Environmental Biology, Siena University (Italy). *Int. J. Environ. Pollut.*, **13**: 416-452.
- MARSILI L., D'AGOSTINO A., BUCALOSSI D., MALATESTA T., FOSSI M.C. (2004) - Theoretical models to evaluate hazard due to organochlorine compounds (OCs) in Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Chemosphere*, **56**: 791-801.
- MARSILI L., FOCARDI S. (1996) - Organochlorine levels in subcutaneous blubber biopsies of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea. *Environ. Pollut.*, **91** (1): 1-9.
- MARSILI L., MALTESE S., COPPOLA D., CALIANI I., CARLETTI L., GIANNETTI M., CAMPANI T., BAINI M., PANTI C., CASINI S., FOSSI M.C. (2012) - "Test Tube Cetaceans": from the evaluation of susceptibility to the study of genotoxic effects of different environmental contaminants using cetacean fibroblast cell cultures in new approaches to the study of marine mammals. In: Romero A., Keith E.O. (eds), *New Approaches to the Study of Marine Mammals*. InTech: 49-76.

S. MAZZARIOL, C. CENTELLEGHE, V. ANGELINI¹, S. PARI¹, P. RODIC²,
J. JEREMIC², C. FORTUNA³

Department of Comparative Biomedicine and Food Science, University of Padova,
Viale dell'Università, 16 - 35020 Legnaro (PD) Italy.

sandro.mazzariol@unipd.it

¹Fondazione Cetacea Onlus, Riccione (RN), Italy.

²State Institute for Nature Protection, Zagreb, Croatia.

³ISPRA, Roma, Italy.

NETCET PROJECT: A NETWORK FOR THE CONSERVATION OF CETACEANS AND SEA TURTLES IN THE ADRIATIC SEA

PROGETTO NETCET: UN NETWORK PER LA CONSERVAZIONE DEI CETACEI E DELLE TARTARUGHE DEL MAR ADRIATICO

Abstract - In order to fill gaps identified in cetaceans and sea turtle conservations in Adriatic Sea, the City of Venice along with other 15 partners from almost all countries of this region built the Project "NETwork for the conservation of CEtaceans and sea Turtles" (NETCET). In this project activities propaedeutic to the development of common strategies and plans in the region are foreseen. At the midterm, completed actions are mainly those aimed to training and networking and help to strengthen existing technical and scientific cooperation between countries around the Adriatic Sea.

Key-words: cetaceans, networks, Adriatic Sea.

Introduction - Many important aspects of cetaceans and sea turtles biology, behaviour and habitats in the Adriatic are poorly known. (Lotze *et al.*, 2011). The Adriatic Sea hosts several species of sea turtles and cetaceans protected under "Habitat Directive" (92/43/EEC), particularly the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) since they are vulnerable to interactions with human activities (Fortuna *et al.*, 2010). In order to fill gaps identified in cetaceans and sea turtle conservations in this region, the City of Venice along with other 15 partners from almost all countries of the Adriatic coastlines built the Project "NETwork for the conservation of CEtaceans and sea Turtles" (NETCET), funded under the IPA Adriatic trans-boundary Programme. The main objective of the project is to develop common strategies for the conservation of sea turtles and cetaceans in the Adriatic through regional cooperation.

Materials and methods - In the NETCET project activities propedeutic to the development of common strategies and plans in the region are foreseen. Collected data are feeding into a common database, whereas the outputs feed into the development of the common strategies and plans. Furthermore, activities that ensure the capacity to develop and implement successful conservation strategies have been proposed, as a multi-target exchange of expertise program and a set of awareness raising activities. All the activities are carried out in a coordinated framework that ensures effective project management and dissemination (WP1 and WP2). All technical and scientific activities are grouped in 5 workpackages: strengthened institutional capacity in the Adriatic (WP3); consolidated knowledge of sea turtle and cetacean populations and their threats (WP4); strengthened technical capacity for sea turtles recovery (WP5); increased awareness of the presence and conservation needs (WP6); instruments for the long term strategic and joint conservation of cetaceans and sea turtles (WP7).

Results - The NETCET Project reached its midterm and most of the networking, training and monitoring activities have been completed or are ongoing. In this period

several trainings and workshops have been organized addressed to: i) veterinarians (3 5-days-trainings involving about 120 vets) to improve local knowledge on marine mammals biology and medicine and spread best practices in handling and recovering specimens in case of stranding; ii) biologists (1 workshop for 20 persons) to standardize monitoring activities at sea using all available approaches; iii) professional and institutional personnel involved in handling and releasing cetaceans and sea turtles, to give them correct practices in case of alive strandings animals (4 one-day-trainings involving more than 185 persons). Persons attending the organized trainings belonged both to private organizations (for instance, WWF, Cetaceans Foundation, CSC Onlus, Blue World Institute, etc.) and public bodies (ISPRA, local Istituti Zooprofilattici Sperimentali, regional veterinarians agencies and offices, SINP, etc.). These actions help to strengthen existing technical and scientific cooperation between countries around the Adriatic Sea and 30 organizations join the program exchanging technical and scientific informations through a dedicated database on cetaceans strandings, mailing lists and a forum. Currently 12 cities signed a memorandum of understanding aimed to create an Adriatic City Network. These relationships were consolidated during monitoring actions carried out in several countries on existing cetaceans populations - 1 aerial survey over the entire Adriatic and 2 boat-based surveys - and facing stranding events, specifically during unusual mortalities as, for example, those occurred in autumn 2013 for bottlenose dolphins along the northern Adriatic coast and related to Dolphin Morbillivirus (first report in this basin) and to more than 300 sea turtles the cause of which are under study.

Conclusions - NETCET project is underlining the importance of a multidisciplinary, integrated and basin-based approach in studying and monitoring aquatic animals populations. The actions carried out in this period gave the opportunity to exchange knowledge and create technical networks aimed to enhance all efforts for large marine vertebrates conservations, collecting data in a complete and common way and to intervene on stranded animals with common protocols and procedures. The same approach was used in creating and organizing training and monitoring activities: more in detail NETCET project highlight the necessity to spread common knowledge and practices considering local approaches and necessities (for instance with “train the trainers approach). All data obtained by these joint activities will be used for a regional planning on cetaceans conservations, as done in other cross-border EU programmes (Gorelli *et al.*, 2011).

References

- FORTUNA C.M., VALLINI C., FILIDEI E. Jr., RUFFINO M., CONSALVO I., GION C., SCACCO U., TARULLI E., GIOVANARDI O., MAZZOLA A. (2010) - By-catch of cetaceans and other species of conservation concern during pair trawl operations in the Adriatic Sea (Italy). *Chem. Ecol.*, **26**: 65-76.
- GORELLI G., BEDOCCHI D., CANCELLI F., MANCUSI L., MARSILI L., NUTI S., MAZZARIOL S., RENIERI T., VENTRELLA S. (2011) - Resoconto degli spiaggiamenti di cetacei in Toscana: l'attività dell'Osservatorio Toscano dei Cetacei e del Progetto GIONHA dal 2008 al 2010. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18**: 166-167.
- LOTZE H.K., COLL M., DUNNE J.A. (2011) - Historical changes in marine resources, food-web structure and ecosystem functioning in the Adriatic Sea, Mediterranean. *Ecosystem*, **14**: 198-222.

L. ORSI RELINI, G. RELINI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
largepel@unige.it

NOTE DI BIOLOGIA DI *BALAENOPTERA PHYSALUS* (LINNAEUS, 1758) NEL MEDITERRANEO CENTRALE

NOTES ABOUT THE BIOLOGY OF *BALAENOPTERA PHYSALUS* (LINNAEUS, 1758) IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN

Abstract - French and Italian stranding data of the Central Mediterranean were assembled in a growth track extended from birth to age 2. In particular average size at age 1 (=11.9 m i. e. the size at weaning) indicated a longer duration of the calf stage, which is the starting point for the construction of life tables. This datum and genetic studies about Gibraltar as a possible phylogeographic break are presented as a basis of common discussion and conclusions about the early life of the fin whale.

Key-words: cetaceans, Pelagos Sanctuary, demography, calving season, calf stage.

Introduzione - Formata una rete di collaborazioni per fare la demografia dei cetacei più abbondanti, otto autori (Santangelo *et al.*, 2013) hanno presentato osservazioni sui tursiopi (che esulano dalla presente nota) e per la balenottera hanno richiamato precedenti ricerche su animali spiaggiati contenenti alcune criticità; hanno poi auspicato di poter costruire in futuro curve di crescita e, mediante matrici di transizione, stime della probabilità di sopravvivenza per stadio vitale.

Materiali e metodi - Lavori del Gruppo Cetacei SIBM relativi al tema sono richiamati tenendo conto in particolare di un recente studio dell'accrescimento postnatale (Orsi Relini e Garibaldi, 2013) e di analisi genetiche sul valore di Gibilterra come barriera filogeografica (Patarnello *et al.*, 2007).

Risultati - C'è consenso sul fatto che per costruire life-tables della balenottera sia necessario disporre di una curva di crescita (Santangelo *et al.*, 2013). Finora esisteva un solo modello in Europa, quello di Aguilar e Lockyer (1987), ottenuto con le misure e le letture di età degli individui uccisi dalla baleneria spagnola della Galizia, cioè nelle acque marine del Nord della Penisola Iberica. Secondo gli autori, questo modello è valido con l'esclusione dei primi due anni di vita, perché la caccia alla balena della Galizia non aveva messo a disposizione che pochi individui di queste età. L'uso di questo modello è possibile solo se una stessa popolazione di balenottera si trova nel Mediterraneo e nel Nord della Penisola Iberica. In tema di genetica Patarnello, che ha riesaminato i campioni di Berubé (anche Mar Ligure) depositati in Genbank insieme a quelli di una selezione di pesci e invertebrati, tra cui il krill, *Meganctiphanes norvegica*, indica per *B. physalus* una situazione di panmixia; lo stesso avviene solo per alcuni dei pesci esaminati, in particolare *Scomber colias* e *Thunnus thynnus*, cioè per le specie più dotate in termini di capacità di spostamento. L'esame dettagliato delle età delle balenottere studiate in Galizia aveva mostrato la mancanza di individui di età 60-69 anni, cioè quelli che sarebbero nati negli anni venti del 1900, anni corrispondenti al picco di attività baleniera di Getares (Orsi Relini *et al.*, 2004). Quindi le balenottere del Mediterraneo sia che nascano nel Mare di Alboran, sia nel Mar Ligure (Orsi Relini *et al.*, 2004; Castellote *et al.*, 2011) hanno rapporti con quelle Atlantiche. Da un insieme di dati di spiaggiamento di giovani individui, per la maggior parte tratti dalle banche dati italiana del Centro Studi Cetacei (oggi BDS, Pavia) e francesi, è stato ottenuto un tracciato di crescita (Fig. 1) che ha permesso

di calcolare le taglie medie di *B. physalus* alla nascita (5.6 m), all'età 1 (11.9 m) e all'età 2 (14 m). Tecnicamente si tratta di un approccio originale di cui sono in corso approfondimenti, incluso modellizzazioni di curve di Von Bertalanffy; esso richiede preliminarmente un'accurata selezione dei dati, con eliminazione di quelli incerti.

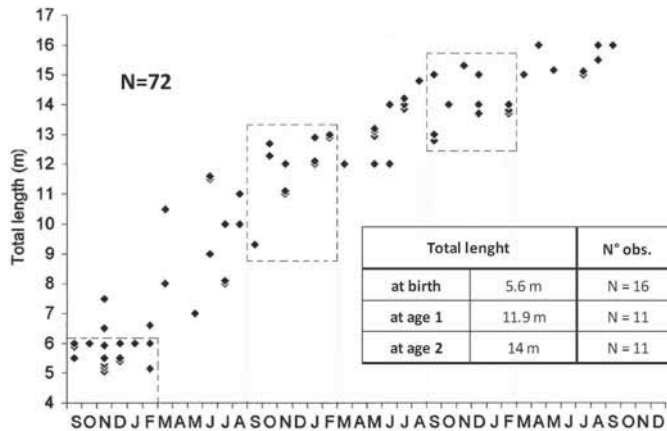


Fig. 1 - Tracciato di crescita di giovani balene in un intervallo di tempo di 38 mesi. I box a tratteggio, stabiliti sulla base della stagione delle nascite, evidenziano i dati usati per calcolare le lunghezze medie per età (Orsi Relini e Garibaldi, 2013).

Plot of the length of young fin whales over a time interval of 38 months. In boxes, established on the basis of the calving season, data used to derive average lengths at age (Orsi Relini and Garibaldi, 2013).

Conclusioni - La balenottera nasce nel Santuario (vedi figura in Relini, 2007) e viene svezzata a circa un anno. La durata di 12 mesi dello stadio calf, del resto allineata con l'interpretazione attuale della storia vitale della balenottera dell'Atlantico Occidentale (NOAA), è utile per costruire life-tables. Inoltre discutere la storia vitale della balenottera e trovare una versione comune da fornire nella didattica è urgente visto il moltiplicarsi delle iniziative di questo tipo da parte degli enti più vari.

Bibliografia

- AGUILAR A., LOCKYER C.H. (1987) - Growth, physical maturity, and mortality of fin whales (*Balaenoptera physalus*) inhabiting the temperate waters of the northeast Atlantic. *Can. J. Zool.*, **65**: 253-264.
- CASTELLOTE M., CLARK C.W., LAMMERS M.O. (2011) - Fin whale (*Balaenoptera physalus*) population identity in the western Mediterranean sea. *Mar. Mammal Sci.*, **28** (2): 325-344.
- ORSI RELINI L., GARIBALDI F. (2013) - Birth and postnatal growth of the fin whale in the Central Mediterranean. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **40**: 612.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., LANTERI L. (2004) - Note su alcuni parametri di popolazione della balenottera comune, *Balaenoptera physalus* (Linneo, 1758). *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (2): 138-154.
- PATARNELLO T., VOLCKAERT F.A.M.J., CASTILHO R. (2007) - Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? *Mol. Ecol.*, **16**: 4426-4444.
- RELINI G. (ED.) (2007) - Dominio Pelagico. Il Santuario dei Cetacei "Pelagos". Ministero dell'Ambiente e delle tutela del Territorio e del Mare. Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine. *Quaderni Habitat*, **16**: 156 pp. (in italiano e in inglese). Disponibile sul sito <http://www.udinecultura.it/opencms/opencms/release/ComuneUdine/cittavicina/cultura/it/musei/storianaturale/pubblicazioni/quaderni/>.
- SANTANGELO G., GNONE G., PANIGADA S., ROSSI A., BELLINGERI M., NUTI S., LAURIANO G., MANFREDI P. (2013) - Conservazione dei Cetacei mediterranei: un approccio demografico e cooperativo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 264-264.

A. ROSSI, E. BENVIGNÙ, P. MANFREDI¹, G. DORÉMUS², G. GNONE³, G. SANTANGELO

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

arossi@biologia.unipi.it

¹Dipartimento di Economia e Management, Università di Pisa, Pisa, Italia.

²Observatoire PELAGIS – Centre de Recherche sur le Mammifères Marins,

Université de La Rochelle, France.

³Acquario di Genova, Genova, Italia.

L'INFORMAZIONE DEMOGRAFICA CONTENUTA NEI DATI DI SPIAGGIAMENTO: LE TAVOLE DI MORTALITÀ DI *TURSIOPS TRUNCATUS* (MONTAGU, 1821) NEL PERIODO 1986-2011

THE INNER DEMOGRAPHIC INFORMATION OF STRANDING DATA: THE MORTALITY TABLES OF TURSIOPS TRUNCATUS (MONTAGU, 1821) OVER THE PERIOD 1986-2011

Abstract - Stranding data can be an important source for investigating the demography of marine mammal populations. In the present work we analyzed by a demographic approach the stranding events of common bottlenose dolphins reported in the Italian and French stranding datasets over the period 1986-2011.

Key-words: common bottlenose dolphin, stranding events, Mediterranean Sea, mortality-tables, projections.

Introduzione - Gli spiaggiamenti di mammiferi marini, percepiti dal grande pubblico in maniera prevalentemente compassionevole, sono in realtà una preziosa opportunità di studio per i ricercatori. Una carcassa può infatti fornire inestimabili informazioni sull'anatomia, alimentazione, genetica, patologia e demografia della specie (Arrigoni *et al.*, 2011; Peltier *et al.*, 2014). Scopo della presente ricerca è quello di analizzare, con strumenti demografici, i dati di spiaggiamenti di tursiope, *Tursiops truncatus*, registrati lungo le coste italiane e francesi mediterranee nel periodo 1986-2011, al fine di stimare i principali parametri demografici della popolazione. I dati di spiaggiamento integrati con quelli di foto-identificazione possono consentire una migliore comprensione della dinamica dei popolamenti studiati (Rossi *et al.*, in stampa).

Materiali e metodi - Sono stati analizzati i dati di spiaggiamento di tursiope riportati nel database CIBRA (spiaggiamenti italiani, <http://mammiferimarini.unipv.it>) e nel database dell'Osservatorio Pelagis dell'Università di La Rochelle (spiaggiamenti francesi, <http://crmm.univ-lr.fr>), per il periodo 1986-2011. Nei database esaminati sono stati registrati, nella maggior parte dei casi, solamente il sesso e la lunghezza degli animali: non sono stati riportati né lo stadio vitale né l'età. Gli individui sono stati suddivisi in 4 stadi del ciclo vitale (stadi di sviluppo): 1) *newborns*, animali con pieghe fetali ben visibili e di età compresa tra 0 e 75 giorni (Gnone, com. pers.); 2) *calves*, cuccioli allattati dalla madre, di età compresa tra 76 giorni e 4 anni di vita; 3) *juveniles*, animali giovani non ancora riproduttivi; femmine di età compresa tra 4 e 9 anni, maschi tra 4 e 11 anni (Bearzi *et al.*, 1997); 4) *adults*, individui sessualmente maturi; femmine da 9 a 57 anni, maschi da 11 a 48 anni (Wells e Scott, 1999). Per effettuare la suddivisione in stadi vitali si è fatto ricorso alla curva di crescita basata sulla densità ossea della pinna pettorale proposta da Butti *et al.* (2007), andando così a stabilire una relazione taglia-età: *newborns*, individui ≤120 cm; *calves*, animali tra 121 cm e 200 cm; *juveniles*, femmine comprese tra 201 cm e 270 cm, maschi compresi tra 201 cm e 290 cm; *adults*, femmine >270 cm, maschi >290 cm.

Risultati - Dal 1986 al 2011 sono stati registrati 1113 spiaggiamenti (1017 di lunghezza nota). Suddividendo il periodo di studio in due sotto-periodi di 13 anni ciascuno, è stato osservato un numero significativamente maggiore di individui tra il 1999 e il 2011 ($n=661$ vs $n=452$; $\chi^2=40,68$; $p<0,01$). Il numero di spiaggiamenti per anno risulta statisticamente disomogeneo nel primo sotto-periodo ($\chi^2=76,05$; $p<0,01$) e statisticamente omogeneo nel secondo ($\chi^2=17,61$; $p=0,128$). Dall'analisi della distribuzione degli spiaggiamenti per stadi vitali nei mesi, è emerso che il tursiope ha una *riproduzione continua*, in quanto risultano spiaggiamenti di *newborns* in tutti i mesi dell'anno. Il sesso è stato rilevato in 766 animali, 321 femmine e 445 maschi, di cui 309 femmine di lunghezza nota (9 *newborns*, 75 *calves*, 116 *juveniles* e 109 *adults*) e 426 maschi (24 *newborns*, 113 *calves*, 200 *juveniles* e 89 *adults*). La *sex ratio* risulta sbilanciata a favore dei maschi, 1:1,38 ($\chi^2=20,07$; $p<0,01$), tuttavia questo sbilanciamento è dovuto al contributo di due sole regioni, Sardegna e Molise; se queste non vengono considerate la *sex ratio* risulta bilanciata. Assumendo che la popolazione sia demograficamente stazionaria, sono state costruite delle *mortality tables* per l'intero periodo di studio (1986-2011) dalle quali è stato possibile calcolare il rischio di morte nei singoli stadi vitali sia per gli individui di sesso maschile che femminile. In tutti gli stadi i maschi hanno un rischio di morte maggiore rispetto alle femmine. Per entrambi i sessi i *juveniles* presentano una mortalità maggiore rispetto ai *calves*. La popolazione presenta un trend negativo, come evidenziato dal tasso geometrico di accrescimento ($\lambda=0,97$).

Conclusioni - La disomogeneità di spiaggiamenti tra i due sotto-periodi esaminati potrebbe essere dovuta a un aumento della popolazione vivente o più probabilmente a una più efficiente rete di monitoraggio tra il 1999-2011. Il ritrovamento di *newborns* spiaggiati tutto l'anno suggerisce che la riproduzione avvenga durante tutto l'anno. La maggiore mortalità dei maschi e dei *juveniles* potrebbe essere dovuta alla struttura sociale del tursiope: mentre le femmine adulte tendono a rimanere in gruppi numerosi, i maschi e i *juveniles* costituiscono gruppi composti da un numero ridotto di tursiopi. Per garantire la stazionarietà nel tempo della popolazione occorrerebbe che una proporzione eccezionalmente alta di individui, il 10%, sopravviva fino all'età massima; ipotesi meno favorevoli conducono a predizioni negative del trend della popolazione.

Bibliografia

- ARRIGONI M., MANFREDI P., PANIGADA S., BRAMANTI L., SANTANGELO G. (2011) - Life-history tables of the Mediterranean fin whale from stranding data. *Mar. Ecol.*, **32** (1): 1-9.
- BEARZI G., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., POLITI E. (1997) - Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). *Mar. Mammal Sci.*, **13** (4): 650-668.
- BUTTI C., CORAIN L., COZZI B., PODESTÁ M., PIRONE A., AFFRONTI M., ZOTTI A. (2007) - Age estimation in the Mediterranean bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu 1821) by bone density of the thoracic limb. *J. Anat.*, **211** (5): 639-646.
- PELTIER H., JEPSON P.D., DABIN W., DEAVILLE R., DANIEL P., VAN CANNEYT O., RIDOUX V. (2014) - The contribution of stranding data to monitoring and conservation strategies for cetaceans: developing spatially explicit mortality indicators for common dolphins (*Delphinus delphis*) in the eastern North-Atlantic. *Ecological Indicators*, **39**: 203-214.
- ROSSI A., PANIGADA S., ARRIGONI M., ZANARDELLI M., CIMMINO C., MARANGI L., MANFREDI P., SANTANGELO G. (in stampa) - Demography and conservation of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*): what clues can be obtain from photo-identification dataset. *Theoretical Biology Forum*.
- WELLS R.S., SCOTT M.D. (1999) - Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In: Ridgway S., Harrison R. (eds), *Handbook of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego: 137-182.

A. BERTI, P. BATTAGLIA¹, C. MANCUSI, C. PEDÀ¹, M. TARGUSI², A. VOLIANI

ARPAT Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi, 114 - 56126 Livorno, Italia.

alessandra.berti88@gmail.com

¹ISPRA-Milazzo, Italia.

²ISPRA-Roma, Italia.

DIETA DI STENELLA STRIATA, *S. COERULEOALBA* (MEYEN, 1833) NELL'ARCIPELAGO TOSCANO

DIET OF STRIPED DOLPHIN, S. COERULEOALBA (MEYEN, 1833) IN THE TUSCANY ARCHIPELAGO

Abstract - The stomach contents of 27 striped dolphins, *Stenella coeruleoalba* (Cetartiodactyla: Delphinidae), stranded in the Tuscany Area (North Western Mediterranean Sea) were examined. The identification of food items from the stomach content was done using hard parts (i.e. fish otoliths and cephalopod beaks) and fresh remains. The results show that these predators feed preferentially Osteichthyes, Cephalopoda and minimally Crustacea.

Key-words: stomach content, *Stenella coeruleoalba*, diet, stranding.

Introduzione - *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) è una specie cosmopolita presente in acque tropicali e temperate di tutto il mondo. In particolare, nel bacino occidentale del Mediterraneo, è ritenuto il cetaceo più abbondante (Forcada *et al.*, 1994). Gli studi sulle abitudini alimentari di questa specie sono disomogenei e riguardano prevalentemente l'Atlantico (Ringelstein *et al.*, 2006) ed il Mediterraneo (Würtz e Marrale, 1993; Scuderi *et al.*, 2011). Questo lavoro dà un contributo alle conoscenze sull'ecologia trofica di questo predatore, indagando le possibili relazioni con le comunità marine in termini di uso delle risorse e ruolo nella rete trofica.

Materiali e metodi - Sono stati prelevati gli stomaci di 27 esemplari di *S. coeruleoalba* (13 maschi, 12 femmine e 2 indeterminati, con lunghezze comprese tra 1 e 2,17 m) spiaggiati lungo le coste toscane. Quattro stomaci sono risultati vuoti. Le prede sono state classificate al livello tassonomico più basso possibile, utilizzando sia le parti molli caratterizzanti le specie, sia gli otoliti o altre parti ossee per gli osteitti, il becco inferiore per i cefalopodi e parti dell'esoscheletro per i crostacei. Per ogni tipologia di preda è stata calcolata l'abbondanza numerica, la biomassa e l'Indice di Importanza Relativa percentuale (IRI%). La lunghezza totale e il peso di ogni preda sono stati stimati misurando la lunghezza dei becchi per i cefalopodi e degli otoliti per gli osteitti e utilizzando le relative correlazioni. Nel calcolo dell'IRI alcuni Autori scartano i reperti ad elevato grado di digestione; nel presente lavoro una minima parte degli stomaci presentava reperti poco digeriti ed è stato quindi deciso di prendere in considerazione tutte le prede identificate, rendendo possibile una sovrastima delle specie le cui parti dure sono più resistenti alla digestione.

Risultati - Negli stomaci analizzati sono state individuate 2772 prede suddivise in 57 specie e 33 famiglie. Gli osteitti sono dominanti per importanza (IRI%=51,9), seguono i cefalopodi (44,6%) e i crostacei (3,5%). L'Indice di Importanza Relativa evidenzia che le famiglie più importanti sono Merlucciidae (19%) e Myctophidae (18,2%) tra gli osteitti, Onychoteuthidae (8%) e Loliginidae (7,1%) tra i cefalopodi. Tra i crostacei in particolare gli Euphausiidae risultano numericamente non trascurabili (Tab. 1).

Conclusioni - Dall'analisi del contenuto stomacale di 27 esemplari, è risultato che *S. coeruleoalba* presenta un tipo di alimentazione molto varia, costituita

Tab. 1 - Abbondanza numerica (N%), biomassa (P%) e Indice di Importanza Relativa (IRI%) delle prede ritrovate nei contenuti stomacali di *S. coeruleoalba*.

Abundance (N%), biomass (P%) and Index of Relative Importance (IRI%) of preys in the stomachs of S. coeruleoalba.

	N%	P%	IRI%		N%	P%	IRI%		N%	P%	IRI%
OSTEICHTHYES				CEPHALOPODA				CRUSTACEA			
Clupeidae	<0,1	<0,1	<0,1	Sepiidae	0,2	<0,1	<0,1	Squillidae	<0,1	<0,1	<0,1
Engraulidae	4,9	3,9	2,3	Sepiolidae	4,2	0,9	2,6	Euphausiidae	6,2	1,0	1,2
Argentinidae	9,3	10,8	2,3	Loliginidae	4,1	4,1	7,1	Calocarididae	0,1	<0,1	<0,1
Gonostomatidae	0,1	0,1	<0,1	Ctenopterygidae	<0,1	<0,1	<0,1	Panaeidae	2,4	1,6	1,7
Phosichthyidae	<0,1	<0,1	<0,1	Enoploteuthidae	0,5	0,2	0,1	Pandalidae	0,3	0,4	0,1
Chauliodontidae	0,4	0,2	0,2	Onychoteuthidae	2,9	15,5	8,0	Pasiphaeidae	0,4	0,4	0,1
Stomiidae	<0,1	<0,1	<0,1	Ommastrephidae	2,4	2,6	2,5	Decapoda ind.	<0,1	<0,1	<0,1
Paralepididae	2,6	2,0	0,7	Histioteuthidae	1,7	9,2	3,8	Crustacea ind.	2,2	0,2	0,2
Myctophidae	25,3	10,2	18,2	Chiroteuthidae	<0,1	<0,1	<0,1	Totale Crustacea	11,9	4,6	3,5
Gadidae	4,7	4,2	2,2	Cranchiidae	0,2	1,8	0,4				
Merlucciidae	10,4	11,4	19,0	Octopodidae	0,1	0,8	0,1				
Sparidae	0,1	0,8	0,1	Argonautidae	0,1	0,1	<0,1				
Centracanthidae	0,7	1,3	0,5	Teuthida ind.	0,2	1,0	0,2				
Gobiidae	7,8	1,4	2,4	Cephalopoda ind.	3,2	12,2	20,1				
Cynoglossidae	<0,1	<0,1	<0,1	Totale Cephalopoda	19,7	47,5	44,6				
Osteichthyes ind.	1,8	1,8	4,1								
Totale Osteichthyes	68,5	48,0	51,9								

prevalentemente da specie mesopelagiche di dimensioni medio-piccole. Le abitudini gregarie di molte di queste specie, le dimensioni limitate e l'eccessivo sforzo necessario per predare singolarmente ciascun individuo, suggeriscono che questi animali siano predati quando si trovano in gruppo, andando così a costituire una biomassa elevata. Un esempio di questo fenomeno si ha con i crostacei eufasiacei, che costituiscono, per ragioni trofiche, gruppi numerosi insieme ai loro predatori abituali, osteitti di piccole dimensioni che li seguono nei loro spostamenti verticali. La dominanza di *Merluccius merluccius* e dei Myctophidae negli stomaci analizzati potrebbe non rispecchiare una specializzazione alimentare, quanto piuttosto, considerando l'alta disponibilità locale di queste specie, un atteggiamento di tipo opportunistico verso le prede più abbondanti. In generale gli osteitti mostrano un valore di IRI% di poco superiore ai cefalopodi, risultato non dissimile a quanto ottenuto in Liguria da Würtz e Marrale (1993), con un valore di IRI% analogo tra i due gruppi. Al contrario, in Oceano Atlantico (Ringelstein *et al.*, 2006), la presenza degli osteitti negli stomaci di stenella appare meno consistente rispetto ai risultati ottenuti nell'Arcipelago Toscano e nel Mar Ligure settentrionale, probabilmente a causa della mancanza del contributo di specie non strettamente mesopelagiche, come ad esempio il nasello.

Bibliografia

- FORCADA J., AGUILAR A., HAMMOND P., PASTOR X., AGUILAR R. (1994) - Distribution and numbers of striped dolphins in the Western Mediterranean sea after the 1990 epizootic outbreak. *Mar. Mammal Sci.*, **10**: 137-150.
- RINGELSTEIN J., PUSINERI C., HASSANI S., MEYNIER L., NICOLAS R., RIDOUX V. (2006) - Food and feeding ecology of the striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the oceanic waters of the nord-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **86**: 909-918.
- SCUDERI A., MANCUSI C., PEDÀ C., ROMEO T., TARGUSI M., VOLIANI A. (2011) - Confronto della dieta di *Stenella coeruleoalba* e *Tursiops truncatus* (Cetartiodactyla: Delphinidae), negli individui spiaggiati sulle coste dell'Arcipelago Toscano. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 366-367.
- WÜRTZ M., MARRALE D. (1993) - Food of striped dolphins, *Stenella coeruleoalba*, in the Ligurian sea. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **73**: 571-578.

M. CAPELLO, F. FOSSA*, M. BELLINGERI*, D. PESSANI, G. GNONE*

DSBVS, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10100 Torino, Italia.
marta.capello@gmail.com

*Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

INDAGINE DELLA STRUTTURA SOCIALE ATTRAVERSO L'ANALISI DEI MODELLI DI ASSOCIAZIONE IN UNA POPOLAZIONE MEDITERRANEA DI TURSIOPE

STUDY OF SOCIAL STRUCTURE THROUGH THE PATTERNS ASSOCIATION ANALYSIS IN A MEDITERRANEAN POPULATION OF BOTTLENOSE DOLPHIN

Abstract - The social structure of the bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821, Delphinidae) in the Mediterranean Sea is a fairly new topic, because few studies have been carried out in this regard. The bottlenose dolphin has a structure defined as fission-fusion society, characterized by bonds that are formed and break up several times during the day. In this study we analysed the social structure of the population lived in the Eastern Ligurian Sea, focusing on the bonds between male-male, female-female and male-female.

Key-words: cetology, ecology, social behaviour.

Introduzione - All'interno del mondo animale la capacità di instaurare relazioni complesse con conspecifici si ritrova in molte classi di vertebrati e non solo. Una società può essere definita come un gruppo di conspecifici che interagiscono più regolarmente tra loro che non con individui di altre società (Struhsaker, 1969; Kappeler e Van Schaik, 2002). Il tursiope (*Tursiops truncatus*) vive in gruppi di piccole e medie dimensioni, caratterizzati da interazioni fluide e dinamiche in cui momenti aggregativi sono seguiti da momenti in cui il gruppo tende a disgregarsi. Questo tipo di società viene detta *fission-fusion society* (Connor *et al.*, 2000). Il presente lavoro indaga la struttura sociale, tramite l'utilizzo dell'indice di associazione HWI (Cairns e Schwager, 1987), dei tursiopi che frequentano la costa ligure di levante.

Materiali e metodi - L'area di studio si estende da Punta Chiappa (Genova) a Punta Bianca (La Spezia), con un'estensione media di circa 7 km dalla costa, per un totale di oltre 1000 km². I dati sono stati raccolti da piattaforma mobile (gomme) su rotta libera e fanno riferimento a un periodo di 13 anni (2001-2013). Nel corso dei rilevamenti sono stati raccolti dati di posizione (tramite GPS) e dati fotografici per l'identificazione degli individui. Il sesso è stato identificato tramite analisi fotografica della zona ventrale (maschi e femmine) e tramite associazione regolare e ripetuta con un piccolo (femmine). Il software SOCPROG è stato impiegato per misurare e confrontare il numero di legami e il grado di associazione tra individui, calcolato tramite HWI (*Half Weight Index*). Il *t*-test e il test *z* sono stati utilizzati per il confronto delle medie.

Risultati - Lo sforzo di ricerca ha prodotto un totale di 220 avvistamenti della specie target e 257 individui fotoidentificati. Sono stati sessati 79 individui, 16 maschi e 63 femmine. La presenza numerica delle femmine (in percentuale) tende ad aumentare all'aumentare delle dimensioni del gruppo (Fig. 1). I maschi hanno un numero di legami medio ($66 \pm 5,87$ S.E.; $n=12$) superiore a quello delle femmine ($60 \pm 2,49$ S.E.; $n=40$), ma tale differenza non è risultata significativa (t -test=0,42; $P>0,01$). La media dell'HWI massimo dei maschi ($0,55 \pm 0,06$ S.E.; $n=12$) è superiore

alla media dello HWI massimo delle femmine ($0,51 \pm 0,02$ S.E., $n=40$) ma di nuovo tale differenza non è risultata significativa ($t\text{-test}=0,22$; $P>0,01$).

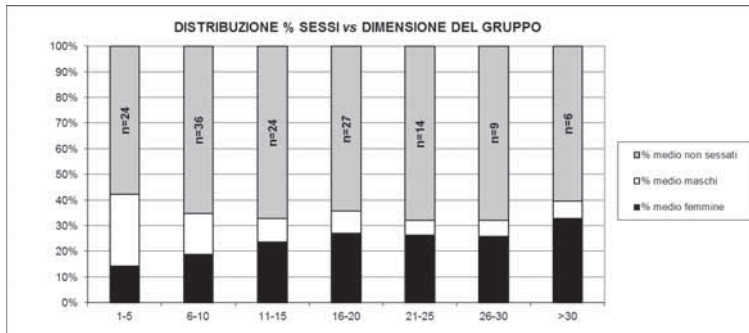


Fig. 1 - Percentuale maschi e femmine in relazione alle dimensioni dei gruppi.

Percentage of males and females in relation to the size of the groups.

In Tab. 1 sono riportati i valori medi di HWI tra individui dello stesso sesso e di sesso diverso. I legami tra femmine risultano significativamente più forti di quelli tra maschi (test $z=3,34$; $P<0,01$) e di quelli tra maschi e femmine (test $z=10,22$ $P<0,01$) mentre non è stata rilevata differenza significativa tra lo HWI medio tra maschi e tra maschi e femmine (test $z=0,55$; $P>0,01$).

Tab. 1 - HWI medio tra maschi-maschi, femmine-femmine, maschi-femmine.

Average of the HWI between males-males, females-females, males-females.

SESSO	HWI (media)	S.E.	n
MASCHI - MASCHI	0,15	0,015599184	86
FEMMINE - FEMMINE	0,20	0,004543563	864
MASCHI - FEMMINE	0,14	0,00416882	284

Conclusioni - La struttura sociale emersa dallo studio appare caratterizzata da associazioni promiscue e relativamente deboli, tipiche della *fission-fusion society*. I maschi, in particolare, non sembrano avere i rapporti duraturi né con altri maschi né con femmine. Le femmine tendono a riunirsi in gruppi più numerosi e ad avere legami più duraturi con individui dello stesso sesso. Tali risultati, seppure limitati ad una sola (sotto)popolazione e ad un numero relativamente modesto di individui, forniscono informazioni preliminari utili per comprendere l'organizzazione sociale di questa specie nelle acque mediterranee.

Bibliografia

- CAIRNS S.J., SCHWAGER S.J. (1987) - A comparison of association indices. *Anim. Behav.*, **35**: 1454-1469.
- CONNOR R.C., HEITHAUS M.R., BARRE L.M. (2000) - Complex social structure, alliance stability and mating access in a bottlenose dolphin "super-alliance". *Proc. R. Soc. Lond. B*, **268**: 263-267.
- KAPPELER P.M., VAN SCHAİK C.P. (2002) - Evolution of primate social systems. *Int. J. Primatol.*, **23** (4): 707-740.
- STRUHSAKER T.T. (1969) - Correlates of ecology and social organization among African cercopithecines. *Folia Primatol.*, **11**: 80-118.

F. CARUSO^{1,3}, V. SCIACCA^{1,3}, G. BELLIA³, C. GIACOMA⁴, R. GRASSO³, P. INSERRA¹,
G. LAROSA³, E. PAPAIE⁴, G. PAVAN^{2,3}, S. PULVIRENTI³, G. RICCOBENE³, C. ROCCA⁴,
D. SCANDURA⁴, S. VIOLA³, E. DE DOMENICO^{1,3}

¹Di.S.B.A, Università di Messina, Viale F. Stagno d'Alcontres, 31 - 98166 Messina, Italia.
fcaruso@unime.it

²CIBRA, Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,
Via Taramelli, 24 - 27100 Pavia, Italia.

³INFN – LNS, Via Santa Sofia, 62 - 95125 Catania, Italia.

⁴DBIOS, Università di Torino, Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

⁵DipBioGeo, Università di Catania, Via Androne, 81 - 95124 Catania, Italia.

OSSERVATORI MULTIDISCIPLINARI IN AMBIENTE PROFONDO PER IL MONITORAGGIO ACUSTICO PASSIVO DEI CETACEI

DEEP-SEA MULTIDISCIPLINARY OBSERVATORIES FOR THE PASSIVE ACOUSTIC MONITORING OF CETACEANS

Abstract - Since 2005 the collaboration between different research Institutes has promoted the installation of two cabled deep-sea multidisciplinary infrastructures offshore Eastern Sicily, Ionian Sea. One is located at 2,100 m depth and 25 km offshore the harbour of Catania, whereas the other one is placed at 3,500 m depth and 100 km offshore Portopalo di Capo Passero. The two deep-sea sites are equipped with acoustic arrays for the real-time monitoring of the underwater environment. Data acquired allow us to carry on a Passive Acoustic Monitoring (PAM) of the different Cetaceans species in the Ionian Sea (sperm whales, fin whales and dolphins). The correlation between the AIS (Automatic Identification System) data and the acoustic data allowed us to identify the noise generated by the various categories of ships.

Key-words: deep water, monitoring systems, bioacoustics, marine mammals.

Introduzione - Sin dal 2005, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) collabora con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e con altri Enti di ricerca europei per la realizzazione di osservatori sottomarini cablati in ambiente profondo, muniti di sensori per applicazioni multidisciplinari. A largo della Sicilia orientale si trovano due tra i principali siti di installazione degli osservatori: uno è localizzato 100 km a Sud-Est di Portopalo di Capo Passero (Siracusa), alla profondità di 3.600 m (Simeone e Viola, 2011); l'altro sito si trova a 25 km dalla costa catanese, a 2.100 m di profondità. I dati acustici acquisiti dagli osservatori sottomarini multidisciplinari rappresentano uno strumento utile per il Monitoraggio Acustico Passivo delle specie di cetacei presenti in Mar Ionio (odontoceti e mysticeti).

Materiali e metodi - I dati acustici analizzati per studiare la presenza dei segnali emessi dagli odontoceti sono stati acquisiti tramite idrofoni a banda larga, installati sulle stazioni NEMO – OnDE (Pavan *et al.*, 2008; Nosengo, 2009) e NEMO – SN1 (Favali *et al.*, 2013). Inoltre, dal 2012 sulla stazione NEMO – SN1 è installato un idrofono sismico. Il sensore, acquisendo 24/24h segnali alle basse frequenze (<1 kHz), ha consentito di registrare le vocalizzazioni (15-25 Hz) della balenottera comune (*Balaenoptera physalus*). Al fine di individuare i segnali delle diverse specie di odontoceti e le *calls* della balenottera, l'analisi ha previsto la visualizzazione degli spettrogrammi e l'ascolto dei dati acustici acquisiti. La frequenza delle rilevazioni è stata quindi verificata statisticamente: nel caso del capodoglio e dei delfinidi su campioni di 5 min/h per i mesi da luglio a dicembre degli anni 2005, 2006 e 2012; nel caso della balenottera 24/24h da luglio 2012 a maggio 2013. Inoltre, lo sviluppo di un algoritmo per la ricerca automatica dei segnali acustici emessi dal capodoglio (*Physeter macrocephalus*) ha permesso di verificare la presenza della specie e di misurare l'*Inter Pulse Interval* (IPI) dei caratteristici *click* (Goold, 1996).

Infine, un'ulteriore indagine ha previsto la correlazione tra la presenza dei natanti individuati dal sistema AIS (Automatic Identification System) e i livelli di rumore acustico misurati.

Risultati - Dalle analisi di ascolto e visualizzazione degli spettrogrammi è stato possibile ottenere informazioni sulla presenza dei segnali delle diverse specie. Dal confronto tra i diversi anni è emersa una evidente diminuzione, nel 2012, del numero di file con click di capodoglio. Il software automatico sviluppato ha consentito, attraverso la misura dell'IPI, di risalire alle dimensioni di una parte dei capodogli registrati. Gli esemplari identificati risultano ben distribuiti in dimensione, sesso e maturità sessuale. L'analisi statistica sulla presenza dei segnali di delfinidi mostra, nel 2012, una frequenza di rilevazione inferiore. Nei diversi mesi di analisi è emersa inoltre una variazione giornaliera per le due principali categorie di suoni (click e fischi). I risultati ottenuti sui dati a bassa frequenza rivelano una considerevole presenza acustica della balenottera. Le vocalizzazioni emesse dalla specie sono state infatti registrate in diversi giorni ed in diversi mesi del 2012 e del 2013. La correlazione tra i dati AIS ed i dati acustici ha permesso di verificare la corrispondenza fra l'aumento del rumore acustico sottomarino ed il passaggio dei natanti in prossimità della stazione e di identificare per alcuni la firma acustica caratteristica.

Conclusioni - Il monitoraggio acustico degli odontoceti rivela, a distanza di 6 anni, una diminuzione della presenza dei segnali emessi dalle diverse specie. L'utilizzo dell'algoritmo permette l'identificazione automatica dei click di capodoglio in tempo reale e la stima delle dimensioni degli esemplari registrati, fornendo importanti informazioni riguardo la dinamica di popolazione della specie nell'area. I segnali della balenottera presenti in diversi periodi dell'anno consentono di ipotizzare che il Mar Ionio sud-occidentale rappresenti un'area di interesse per la specie. Il monitoraggio del rumore acustico generato dal traffico navale consentirà di studiarne l'impatto sui cetacei presenti nell'area. L'antenna acustica sottomarina SMO, installata nel sito di Capo Passero, permetterà di raccogliere nuove e più dettagliate informazioni.

Bibliografia

- FAVALI P., CHIERICI F., MARINARO G., GIOVANETTI G., AZZARONE A., BERANZOLI L., DE SANTIS A., EMBRIACO D., MONNA S., LO BUE N., SGROI T., CIANCHINI G., BADIALI L., QAMILI E., DE CARO M.G., FALCONE G., MONTUORI C., FRUGONI F., RICCOBENE G., SEDITA M., BARBAGALLO G., CACOPARDO G., CALI C., COCIMANO R., CONIGLIONE R., COSTA M., D'AMICO A., DEL TEVERE F., DISTEFANO C., FERRERA F., GIORDANO V., IMBESI M., LATTUADA D., MIGNECO E., MUSUMECI M., ORLANDO A., PAPALEO R., PIATTELLI P., RAIA G., ROVELLI A., SAPIENZA P., SPEZIALE F., TROVATO A., VIOLA S., AMELI F., BONORI M., CAPONE A., MASULLO R., SIMEONE F., PIGNAGNOLI L., ZITELLINI N., BRUNI F., GASPARONI F., PAVAN G. (2013) - NEMO-SN1 Abyssal Cabled Observatory in the Western Ionian Sea. *IEEE J. Oceanic Eng.*, **38** (2): 358-374.
- GOOLD J.C. (1996) - Signal processing techniques for acoustic measurement of sperm whale body lengths. *J. Acoust. Soc. Am.*, **100** (5): 3431-3441.
- NOSENGO N. (2009) - The neutrino and the whale. *Nature*, **462** (3): 560-561.
- PAVAN G., LA MANNA G., ZARDIN F., INTERNULLO E., KLOETI S., COSENTINO G., SPEZIALE F., RICCOBENE G. (2008) - *Short Term and Long Term Bioacoustic Monitoring of the Marine Environment*. Results from NEMO ONDE Experiment and Way Ahead. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany: 7-14.
- SIMEONE F., VIOLA S. (2011) - The SMO Project: a submarine multidisciplinary observatory in deep-sea. 8th IEEE International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Systems: 898-903.

L. FAVARO^{1,2}, D. PESSANI¹, V.M. JANIK²

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews, Saint Andrews, FIFE, KY16 8LB, UK.
livio.favaro@unito.it

APPRENDIMENTO VOCALE IN UN GRAMPO (*GRAMPUS GRISEUS*) CRESCIUTO IN UNA COMUNITÀ DI TURSIOPI (*TURSIOPS TRUNCATUS*)

VOCAL LEARNING IN A RISSO'S DOLPHIN (*GRAMPUS GRISEUS*) HOUSED WITH BOTTLENOSE DOLPHINS (*TURSIOPS TRUNCATUS*)

Abstract - Vocal learning is a rare skill in mammals. In this study, we examined the whistles of a female Risso's dolphin (*Grampus griseus*) that was orphaned at an early age and raised in a group of six bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Our results suggests that Risso's dolphins are capable of vocal learning and that can adjust their communication signals to vocal templates in their environment.

Key-words: signature whistle, vocal behavior, bioacoustics, toothed whales, marine mammals.

Introduzione - L'apprendimento vocale, ovvero la capacità di modificare le caratteristiche acustiche delle proprie vocalizzazioni in base ad un suono ascoltato come modello (Janik e Slater, 1997), è un'abilità che si osserva raramente tra gli animali e le sue origini evolutive sono ancora dibattute. Infatti, mentre numerosi uccelli (es. pappagalli, colibrì e passeriformi) sono eccellenti imitatori di suoni, i primati non-umani non sono in grado di modificare le proprie vocalizzazioni in base all'esperienza auditiva e solo pochissimi mammiferi, oltre all'uomo, possiedono tale abilità (Janik e Slater, 1997). Tra questi, l'apprendimento vocale è stato documentato nel tursiopo (*Tursiops truncatus*) e nell'orca (*Orcinus orca*) (Richards *et al.*, 1984; Deecke *et al.*, 2000). Tuttavia, poco si conosce riguardo alle capacità di apprendimento vocale degli altri delfini e come questi animali apprendano l'utilizzo di nuovi suoni durante le interazioni sociali. Grazie al caso di un grampo (*Grampus griseus*) cresciuto in una comunità di tursiopi in cattività, abbiamo avuto l'eccezionale occasione di studiare e documentare le capacità di apprendimento vocale in questa specie.

Materiali e metodi - Lo studio è stato condotto presso il parco Oltremare di Riccione nell'aprile 2011. Al momento delle registrazioni il parco ospitava una comunità stabile di sei tursiopi e una giovane femmina di grampo, salvata nel 2006 (all'età di sei mesi) a seguito di uno spiaggiamento avvenuto nel porto di Ancona. Dopo le opportune cure veterinarie, l'animale, ufficialmente dichiarato non idoneo alla reintroduzione in natura, era stato gradualmente introdotto e cresciuto all'interno della comunità di tursiopi del parco. Per questo studio sono state acquisite 50 ore di registrazione con un sistema di 4 idrofoni (High Tech, Inc. 94-SSQ) collegati ad un registratore TASCAM DR-680. Successivamente, sono stati selezionati i segmenti audio in cui almeno un individuo sceglieva di nuotare isolato in una delle tre vasche utilizzate per lo studio. Per la localizzazione delle vocalizzazioni e l'identificazione dell'emittente è stata utilizzata un'analisi del tempo di arrivo dei segnali agli idrofoni. Attraverso un'ispezione visiva degli spettrogrammi sono stati individuati tra 8 e 40 fishi di buona qualità per ognuno dei tursiopi presenti e 192 per il grampo. Sul profilo di ciascun segnale sono stati misurati 12 parametri acustici che sono stati utilizzati per un'Analisi delle Componenti Principali (PCA). Le componenti principali con autovalore >1 sono state utilizzate per attribuire i segnali all'individuo emittente tramite l'Analisi della Funzione Discriminate (DFA).

Risultati - Durante il nuoto isolato, ciascun tursiope emetteva il proprio fischio firma con una percentuale del 100% dei fischi registrati. Nelle stesse condizioni, anche il grampo emetteva un fischio firma dalle caratteristiche acustiche distintive e stereotipate. Questa è la prima volta in cui la presenza di fischio firma viene documentata in un grampo. La PCA ha spiegato l'80.78% della varianza totale con le prime quattro componenti. La DFA ha attribuito correttamente il 93.60% dei fischi firma al corretto individuo emittente e mostra che i fischi firma del grampo formano un *cluster* all'interno del *range* dei fischi firma dei tursiopi. Per sette parametri acustici è stato possibile effettuare un confronto bibliografico con i valori misurati in popolazioni selvatiche di grampo da Rendell *et al.* (1999). Dal confronto si evince che per cinque parametri i valori medi dei fischi del grampo in cattività sono più vicini a quelli dei fischi dei tursiopi rispetto a quelli dei conspecifici in natura (Tab. 1).

Tab. 1 - Media e deviazione standard di parametri acustici per i quali è stato possibile effettuare il confronto bibliografico. Le caselle in grigio evidenziano valori simili.

Mean values and standard deviation of the whistle parameters compared with those available in the literature. Shading boxes indicate parameters with similar values.

		Start Fq. (Hz)	End Fq. (Hz)	Min Fq. (Hz)	Max Fq. (Hz)	Mean Fq. (Hz)	Range Fq. (Hz)	Duration (ms)
Grampi in natura	Media	12100	10830	8830	13440	11300	4610	530
	SD	2160	3330	2710	2690	2290	2680	260
Grampo Oltremare	Media	6006	7769	5771	16852	12372	11080	757
	SD	1015	1300	872	1474	852	1708	114
Tursiopi Oltremare	Media	9258	8611	5819	14129	9065	8309	521
	SD	3507	3149	940	3998	2011	4024	324

Conclusioni - Questo studio prova la presenza del fischio firma in un grampo e la sua capacità di apprendere ed utilizzare nuovi segnali di comunicazione in funzione dell'ambiente circostante. I nostri risultati supportano l'ipotesi che i fischi firma siano dei richiami di coesione, utilizzati per mantenere il contatto acustico tra membri di uno stesso gruppo. Infine, questo studio suggerisce che la capacità di produrre e utilizzare fischi firma abbia origini evolutive comuni tra delfini che vivono in complessi sistemi sociali, dove è forte la pressione per l'individualità vocale (Janik e Slater, 1998).

Ringraziamenti: Si ringrazia Oltremare s.r.l. per aver permesso le registrazioni delle vocalizzazioni emesse dagli animali ospitati nella struttura e, di conseguenza, reso possibile questa ricerca.

Bibliografia

- DEECKE V.B., FORD J.K.B., SPONG P. (2000) - Dialect change in resident killer whales: implications for vocal learning and cultural transmission. *Anim. Behav.*, **60**: 629-638.
- JANIK V., SLATER P. (1997) - Vocal learning in mammals. *Adv. Stud. Behav.*, **26**: 59-99.
- JANIK V., SLATER P. (1998) - Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Anim. Behav.*, **56**: 829-838.
- RENDELL L., MATTHEWS J., GILL A., GORDON J., MACDONALD D. (1999) - Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. *J. Zool.*, **249**: 403-410.
- RICHARDS D.G., WOLZ J.P., HERMAN L.M. (1984) - Vocal mimicry of computer generated sounds and vocal labeling of objects by a bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*. *J. Comp. Psychol.*, **98**: 10-28.

WORKSHOP organizzato dal Comitato Plancton

*“Il plancton nella Direttiva Quadro per la Strategia Marina:
proposte di monitoraggio per la valutazione dello stato ambientale”*

Roma, 13 dicembre 2013

E. CAMATTI, S. FONDA UMANI*

CNR-ISMAR, Venezia, Italia.

elisa.camatti@ismar.cnr.it

*Università di Trieste, Trieste, Italia.

PROPOSALS AND PROSPECTS FOR ZOOPLANKTON MONITORING FOR THE DEFINITION OF THE GOOD ENVIRONMENTAL STATUS (GES)

PROPOSTE E PROSPETTIVE DI MONITORAGGIO DELLO ZOOPLANKTON PER LA DEFINIZIONE DEL GOOD ENVIRONMENTAL STATUS (GES)

Abstract - The most recent European legislation, the Marine Strategy Framework Directive, aims to achieve Good Environmental Status (GES) in all water bodies by 2020. The aim of this work is to report the state of the art and the prospects regarding the zooplankton monitoring as qualitative descriptors for determining good environmental status of Italian water.

Key-words: zooplankton, Marine Strategy Framework Directive, Good Environmental Status, monitoring.

Introduction - The definition of the physical, chemical and biological characteristics of water masses and the maintenance of a Good Environmental Status (GES) are among the main objectives of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD). However, the definition and interpretation of GES remains a source of debate (European Commission, 2010). The challenge is to provide the development of metrics (indicators) to describe the state of an ecosystem and, in the mean time, to provide the mechanisms to minimise the impacts of human activities in order to avoid undesirable disturbances and tipping points (Tett *et al.*, 2007). Marine legislations across the globe require more integrated, ecosystem-based assessments of the impacts of human activities on marine ecosystems. According to MSFD recommendations “Member States shall consider each of the qualitative descriptors in order to identify those descriptors which are to be used to determine good environmental status for that marine region or subregion”. Among the suggested environmental descriptors, zooplankton is considered one of the main indicator of aquatic ecosystems state. The “description of the biological communities associated with the predominant seabed and water column habitats that would include information on the zooplankton communities, including the species and seasonal and geographical variability” is recommended. Here we summarise what emerged during the workshop “The plankton in the Marine Strategy Framework Directive: proposed monitoring for the assessment of the environmental status” held in Rome on 13 December 2013, during which the scientific community and stakeholders were compared with respect to how coordinate and how to respond to the directives of the MSFD.

Zooplankton - Zooplankton is recognized worldwide as a good indicator of changes in marine systems: it controls the energy flow from primary producers (phytoplankton) to higher trophic levels (such as fish), and benthic food webs. Any variation in zooplanktonic biomass and composition has implications on biogeochemical cycling, trophodynamics, fisheries and ecosystems services (e.g. target organisms are important trophic links to many commercially and recreationally important species) and indicates changes in the environmental conditions. As a result of the legislation a number of water bodies, including the Mediterranean Sea, have become the focus of ongoing researches on the ecosystem structure and function, and on the development of indicators for assessing the environmental status.

Regarding Italy for the first time, an Italian working groups, coordinated by ISPRA in collaboration with researchers belonging to various scientific institutions (CNR, CoNISMa, OGS) have made a census of the available metadata on zooplankton (long-term time series and oceanographic cruises). First results have indicated a heterogeneity in zooplankton sampling methods and taxonomic determination levels as well as a high variability in the temporal/spatial distribution of the studies. Besides, it has been shown that complete intensive studies on zooplankton have been performed only in a few areas along the Italian coast. More information on the zooplankton communities, including species composition/distribution and seasonal/geographical variability, can provide a relevant contribution to the definition of GES for various MSFD Descriptors. GES zooplankton indicators can be classified into different categories ranging from rather reductionistic to holistic indicators that integrate a broad range of environmental information (Burkhard *et al.*, 2008). As the zooplankton community is characterized by a pronounced degree of unpredictability, it hinders the definition of the “baselines” necessary to identify a “Threshold Value” for the definition of GES of the marine environment. The GES is considered to be maintained and/or reached when the relative abundance and/or biomass of zooplankton communities is compatible with the natural conditions, or characterized by a slight deviation from these (considered baseline or reference conditions). At the end of the first step of the works for the MSFD implementation, some proposals were done for the GES definition in marine regions or subregions: between the different indicators proposed by MSFD, the only considered to meet the requirements for the GES assessment was the “relative abundance and/or biomass of zooplankton” through the species composition and abundances and the change in the relationship between the functional groups. Not all indications were shared by the entire scientific community involved and the purpose of the workshop was therefore to share the limitations and/or problems inherent in the MSFD and to propose possible changes or integrations.

Proposal and prospect - During the workshop, an analysis of the monitoring activities already in place was carried out to point out what is needed and what is missing in the 2018 prospect (for example the important microzooplankton compartment, excluded from the directive by now). In addition, it was evaluated which variables (indicators) to measure and how, the definition of work areas in term of site, the coverage (beyond the assessment area?) and the sampling temporal continuity in order to optimize the observations. The aim was to propose a shared zooplankton indicators and to find selected criteria to evaluate the indicators in terms of their suitability for the management. The zooplankton organisms have short life cycles and respond quickly to environmental conditions changing and this requires a dense monitoring plan in terms of both space and time. Therefore, good zooplankton indicators consistent to the directives of the MSFD should ideally represent more levels of biodiversity (e.g. keystone species, habitat-forming species, community indicators). They also should be able to respond to anthropogenic pressures in a predictive manner with simultaneous monitoring of the pressures themselves (e.g. to ensure a linked program of measure), be statistically robust and have a threshold amount or a range of values that identify the GES. Finally, they should be cost-efficient (e.g. cost of monitoring vs acquired information, integration of monitoring with other programs, good repeatability, etc..) and be coordinated between the Member States in order to obtain comparable products that, however, take into account the different regional realities. The purpose of the workshop which led to the present work was to promote the standardization of the procedures to be followed in subsequent studies on zooplankton, especially as regard sampling

strategies, sampling methods and taxonomic determinations. A common indicator/parameter set, based on a broad enough common conceptual ground, will allow us to cover multiple aspects of the ecosystems. During the workshop it has emerged that the Long Term Ecological Research (LTER) represents a worldwide efforts to better understand the modes of zooplankton populations and community structure and the evolution at different temporal scales (Mirtl *et al.*, 2009). In the Italian Sea, within the LTER network, three ongoing time-series are monitoring the pelagic system in neritic zones: Ligurian Sea (Licandro *et al.*, 2006), Northern Adriatic Sea (Kamburska & Fonda-Umani, 2006; Conversi *et al.*, 2009; Bernardi Aubry *et al.*, 2012) and the Gulf of Naples (Ribera d'Alcalà *et al.*, 2004; Mazzocchi *et al.*, 2011). However, the data collected resulted to be quite heterogeneous. To define the GES indicators related to the zooplankton descriptor, representative for a certain phenomenon or sensitive to distinct changes, such as climatic-oceanographic and anthropogenic changes, and to establish and implement the future monitoring programs, a harmonization of strategies and coordinated methods along different Assessment Areas are recommended (Caroppo *et al.*, 2013). Finally, in accordance with the directives of the MSFD, biological diversity and consequently the natural structure of marine food webs are maintained when the quality and occurrence of habitats and the distribution and abundance of species are in line with prevailing physiographic, geographic and climatic conditions. This covers a wide range of species, habitats and pressures in all Italian marine regions (from the coast to the open sea). Marine biodiversity is subject to more or less rapid changes under the combined action of the different environmental pressures and anthropogenic impacts, but during the workshop it was highlighted as protective measures are still lacking, especially in marine pelagic areas, where there are little information and monitoring activities.

Conclusions - Given the well-recognized fundamental role of zooplankton component in the characterization of GES, it emerged as monitoring with a long-term approach and a large-scale coverage are essential for a good characterization of marine areas. Furthermore, the integrated use of the planktonic communities, including therefore the characterization of microzooplankton communities, will better define the quality and function of marine ecosystems. Datasets based on homogeneous collection systems such as the use of WP2 net in the coastal areas and the use of Bioness in the offshore one have been discussed and proposed. The use of underwater cameras on fixed stations have been scarcely used in our areas of concern, but their use has been taken into account and could provide useful information, particularly during periods when the monitoring will not be required. Finally, marine ecology research should re-evaluate those areas of science, such as taxonomy, which are suffering from a major shortage of funds. For the implementation of monitoring programs, qualified training on taxonomy and exercises of intercalibration between the different working groups has urgently to be undertaken.

Acknowledgments: The authors wish to thank the SIBM for the realization and the CNR for the sponsorship of the Workshop "The plankton in the Marine Strategy Framework Directive: proposed monitoring for the assessment of the environmental status" held in Rome on 13 December 2013 where this work was presented. Thanks are due to ISPRA for their preliminary work and to Professors Genuario Belmonte and Letterio Guglielmo for the scientific contribution and for their willingness.

References

- BERNARDI AUBRY F., COSSARINI G., ACRI F., BASTIANINI M., BIANCHI F., CAMATTI E., DE LAZZARI A., PUGNETTI A., SOLIDORO C., SOCAL G. (2012) - Plankton communities in the northern Adriatic Sea: Patterns and changes over the last 30 years. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **115**: 125-137.

- BURKHARD B., MÜLLER F., LILL A. (2008) - Ecosystem health indicators: overview. In: Jørgensen S.E., Fath B.D. (eds), *Encyclopedia of Ecology, Vol. 2. Ecological Indicators*. Elsevier, Oxford: 1132-1138.
- CAROPPO C., BUTTINO I., CAMATTI E., CARUSO G., DE ANGELIS R., FACCA C., GIOVANARDI F., LAZZARA L., MANGONI O., MAGALETTI E. (2013) - State of the art and perspectives on the use of planktonic communities as indicators of environmental status in relation to the EU Marine Strategy Framework directive. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 65-73.
- CONVERSI A., PELUSO T., FONDA UMANI S. (2009) - The Gulf of Trieste: a changing ecosystem. *J. Geophys. Res.-Oceans*, **114**, doi: 10.1029/2008JC004763.
- EUROPEAN COMMISSION (2010) - Commission Decision of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (notified under document C(2010) 5956)(2010/477/EU). *Official Journal of the European Union*, L 232: 14-24.
- KAMBURSKA L., FONDA UMANI S. (2006) - Long-term copepod dynamics in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): recent changes and trends. *Clim. Res.*, **31**: 195-203.
- LICANDRO P., IBÁÑEZ F., ETIENNE M. (2006) - Long-term fluctuations (1974-1999) of the salps *Thalia democratica* and *Salpa fusiformis* in the northwestern Mediterranean Sea: relationships with hydroclimatic variability. *Limnol. Oceanogr.*, **51** (4): 1832-1848.
- MAZZOCCHI M.G., LICANDRO P., DUBROCA L., DI CAPUA I., SAGGIOMO V. (2011) - Zooplankton associations in a Mediterranean long-term time-series. *J. Plankton Res.*, **33** (8): 1163-1181.
- MIRTL M., BOAMRANE M., BRAAT L., FURMAN E., KRAUZE K., FRENZEL M., GAUBE V., GRONER E., HESTER A., KLOTZ S., LOS W., MAUTZ I., PETERSEIL J., RICHTER A., SCHENTZ H., SCHLEIDT K., SCHMID M., SIER A., STADLER J., UHEL R., WILDENBERG M., ZACHARIAS S. (2009) - *LTER-Europe Design and Implementation Report – Enabling “Next Generation Ecological Science”: Report on the design and implementation phase of LTER-Europe under ALTER-Net & management plan 2009/2010*. Umweltbundesamt (Federal Environment Agency Austria), Vienna: 220 pp.
- RIBERA D'ALCALÀ M., CONVERSANO F., CORATO F., LICANDRO P., MANGONI O., MARINO D., MAZZOCCHI M.G., MODIGH M., MONTRESOR M., NARDELLA M., SAGGIOMO V., SARNO D., ZINGONE A. (2004) - Seasonal patterns in plankton communities in a pluriannual time series at a coastal Mediterranean site (Gulf of Naples): an attempt to discern recurrences and trends. *Sci. Mar.*, **68** (Suppl. 1): 65-83.
- TETT P., GOWEN R., MILLS D.M., FERNANDES T., GILPIN L., HUXHAM M., KENNINGTON K., READ P., SERVICE M., WILKINSON M., MALCOLM S.J. (2007) - Defining and detecting undesirable disturbance in the context of marine eutrophication. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 282-297.

C. CAROPPO, M. CABRINI¹, C. FACCA², L. LAZZARA³, O. MANGONI⁴, A. PENNA⁵,
V. SAGGIOMO⁶, M. SAGGIOMO⁶, G. SOCAL⁷, C. TOTTI⁸

CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Taranto, Italia.
carmela.caroppo@iamc.cnr.it

¹OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia.

²DAIS, Università Ca' Foscari, Venezia, Italia.

³Dip. Biologia, Università di Firenze, Firenze, Italia.

⁴Dip. Biologia, Università di Napoli Federico II, Napoli, Italia.

⁵Dip. Sc. Biomolecolari, Università di Urbino, Urbino (PU), Italia.

⁶Stazione Zoologica A. Dohrn, Napoli, Italia.

⁷CNR-ISMAR, Venezia, Italia.

⁸Dip. Sc. Vita e Ambiente, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE PELAGICO ATTRAVERSO LO STUDIO DELLA COMUNITÀ FITOPLANCTONICA

EVALUATION OF THE PELAGIC ENVIRONMENTAL STATUS THROUGH THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY STUDY

Abstract - The Marine Strategy Framework Directive (2008/56/CE, MSFD) requires to use phytoplankton as indicator in three descriptors (D1 - Biological Diversity; D4 - Food webs; D5 - Eutrophication) but, at present, it is not clear which could be its quantitative contribute. In the present work, molecular, optical and pigment measures are proposed as reliable tools to support monitoring planes in the assessment of the Good Environmental Status. These proposals were made keeping in consideration the limited data availability in the off-shore zones.

Key-words: phytoplankton, biodiversity, eutrophication, monitoring, Marine Strategy Framework Directive.

Introduzione - La Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (2008/56/CE, MSFD) si pone come obiettivo generale quello di promuovere l'uso sostenibile dei mari e la conservazione degli ecosistemi marini. A tal fine i diversi Stati stanno procedendo nella pianificazione delle misure volte a conseguire un buono stato ecologico (*Good Environmental Status*, GES) a livello delle regioni o sottoregioni marine in tutta Europa. Le diverse fasi della MSFD prevedono: i) la caratterizzazione delle diverse aree e l'analisi delle pressioni e degli impatti principali; ii) la determinazione del GES per 11 descrittori qualitativi, utilizzando una serie di criteri e di indicatori; iii) la definizione di obiettivi ambientali e indicatori associati per il raggiungimento del GES; iv) l'organizzazione ed implementazione di programmi di monitoraggio coordinati per la valutazione dello stato ecologico (Caroppo *et al.*, 2013). Attualmente siamo nella fase relativa all'organizzazione dei piani di monitoraggio e obiettivo principale di questo contributo è approfondire le criticità emerse nelle prime fasi dell'implementazione della MSFD e fornire alcune proposte su un utilizzo più efficace del fitoplancton come indicatore della qualità dello stato ambientale nei futuri piani di monitoraggio.

Il fitoplancton - Il fitoplancton è considerato da lungo tempo un indicatore molto sensibile per la sua capacità di risposta rapida nei confronti delle perturbazioni ambientali. Infatti, sin dal 1972 (US Clean Water Act, PL 92-500) la biomassa fitoplanctonica, in termini di clorofilla *a*, è stata utilizzata per la valutazione dello stato trofico degli ecosistemi naturali (Bricker *et al.*, 2008). La Direttiva Quadro sulle acque (2000/60/CE, WFD) e le convenzioni marine (OSPAR, HELCOM e Convenzione di Barcellona) hanno previsto l'utilizzo del fitoplancton per valutare la qualità dell'acqua (Mazziotti e Cabrini, 2004) e, oltre alla concentrazione di clorofilla,

sono stati proposti altri parametri, quali l'abbondanza cellulare, la biomassa in termini di contenuto di carbonio, le dimensioni cellulari, la diversità, ecc. (e.g. Facca *et al.*, 2014). Tuttavia molto spesso la maggior parte dei Paesi considera solo le misure di clorofilla e/o la frequenza delle fioriture, a causa della mancanza di informazioni tassonomiche affidabili e utili per la descrizione della composizione della comunità e per il calcolo degli indici di diversità. A tal fine, nell'ambito della WFD, sono stati avviati esercizi di intercalibrazione tra i diversi Stati membri che dovrebbero concludersi nel 2015. Sebbene il fitoplancton sia considerato un indicatore nell'ambito dei diversi descrittori della MSFD (D1 Biodiversità, D4 Reti Trofiche e D5 Eutrofizzazione), a tutt'oggi non è stato ancora definito come tale indicatore possa contribuire alla definizione del GES in termini quantitativi. L'ISPRA, in collaborazione con i ricercatori appartenenti alle varie Istituzioni scientifiche (CNR, CoNISMa, SZN, OGS), ha proposto di combinare misurazioni di clorofilla *a*, sia con lo studio delle variazioni in termini di composizione delle comunità fitoplanctoniche (abbondanza relativa di diatomee, dinoflagellate, cocciloforidi, flagellate), sia con la presenza e/o fioritura di specie dannose in correlazione ad input di nutrienti o ad altre pressioni antropiche.

Il monitoraggio - La MSFD prevede che gli Stati membri adottino misure per conseguire o mantenere il GES entro il 2020. A tal fine entro il 15 luglio 2014 saranno avviati programmi di monitoraggio nelle diverse regioni e sub regioni marine. Tali programmi prevedono la misurazione sistematica dei parametri biotici e abiotici, con stazioni di campionamento e cadenza temporale predefiniti, al fine di produrre un insieme di dati utili per valutare se il GES sia raggiunto o meno nella zona marina interessata. Il monitoraggio dovrà riguardare le aree marine soggette alla sovranità e alla giurisdizione degli Stati membri che, nel caso di zone economiche esclusive, può estendersi fino a 200 miglia nautiche dalla costa. Il primo ostacolo per il monitoraggio della MSFD è rappresentato dalla disponibilità e dalla qualità dei dati raccolti, poiché allo stato attuale la maggior parte dei dati derivati dalle attività di monitoraggio precedenti riguardano le aree strettamente costiere e spesso sono limitati alle acque superficiali. Si rendono pertanto necessari approcci e tecniche di misura diversi da quelli finora utilizzati. Queste tecnologie non solo permetteranno di raccogliere informazioni su ampia scala, ma anche di valutare le componenti fitoplanctoniche di minori dimensioni dominanti nelle acque aperte. Il monitoraggio dunque comporterà l'acquisizione, l'elaborazione, l'integrazione e la visualizzazione di vari tipi di dati ottenuti attraverso diverse tecniche e metodologie (Zampoukas *et al.*, 2012). Di seguito ne vengono descritte alcune.

Misure bio-ottiche - Negli ultimi vent'anni le misure ottiche remote ed *in situ* hanno fornito un contributo fondamentale alle conoscenze sulla modalità di distribuzione del fitoplancton. Sin dagli anni '90, le misure di Remote Sensing da aereo o satellite sono state utilizzate per il rilevamento e monitoraggio dei bloom algali nocivi HABs (Cullen *et al.*, 1997). La validità del monitoraggio con il Remote Sensing dipende dall'uso di algoritmi validati localmente, cosicché le immagini ottenute, data l'elevata estensione spazio-temporale, consentono una classificazione fine delle acque, anche con finalità predittive-operative (Novoa *et al.*, 2012). Misure spettrali telerilevate consentono di: (i) determinare i gruppi fitoplanctonici dimensionali (PSC) e funzionali (PFT); (ii) caratterizzare i bloom analizzando la loro fenologia e metrica; (iii) misurare la penetrazione della luce. Le misure bio-ottiche vengono ora realizzate *in situ* utilizzando anche boe strumentate (Moby, Boussole); Ferry-box; dispositivi mobili automatici (Gliders, Argo floats, AUVs); sistemi miniaturizzati portatili. Inoltre le misure ottiche, mediante algoritmi di inversione, consentono di

determinare le principali Sostanze Otticamente Attive (SOA) presenti in mare, quali la clorofilla *a* (CHL), la sostanza gialla (CDOM) ed i solidi sospesi (TSM). Infine le misure ottiche permettono di stimare la produzione primaria della colonna d'acqua usando modelli bio-ottici e dati telerilevati (Becagli *et al.*, 2013).

Spettro pigmentario: markers per le comunità fitoplanctoniche - I pigmenti fitoplanctonici danno informazioni sulla presenza/assenza dei principali gruppi algali e sul loro contributo alla biomassa totale ma anche sulla fotofisiologia, sull'eventuale stress fisiologico e sulla senescenza (Mangoni *et al.*, 2011). L'HPLC non sostituisce l'identificazione al microscopio ottico ma per la sua rapidità si è rivelato uno strumento efficace ed integrativo nello studio dell'ecologia del fitoplancton. L'identificazione tassonomica mediante microscopia ottica è certamente la più accurata, ma richiede esperti e non consente la determinazione e la quantificazione della frazione fitoplanctonica più piccola, ovvero la frazione pico-planctonica (<2-3 μm , costituita sia da procarioti che da eucarioti). La chemotassonomia, combinata con la struttura dimensionale è stata recentemente proposta come metodo alternativo utilizzabile a livello globale per la valutazione dello stato ambientale (Mangoni *et al.*, 2013).

Analisi molecolari - Dagli anni '90 le tecnologie molecolari (PCR, FISH, sandwich FISH hybridization, acid nucleic biosensors, qPCR, clone libraries, micro-array assay) sono state sviluppate e applicate per l'identificazione e quantificazione in particolare di taxa algali HABs (Diercks *et al.*, 2011; Penna e Galluzzi, 2013). L'avvento delle tecniche molecolari ha permesso un'analisi della biodiversità più dettagliata delle popolazioni fitoplanctoniche, soprattutto della componente nano- e pico-planctonica di difficile identificazione e non coltivabile. Le metodologie molecolari presentano notevoli vantaggi in quanto: (i) sono tecniche molto specifiche, sensibili e rapide; (ii) permettono l'analisi di campioni fissati e conservati anche in ridotti volumi di acqua; (iii) l'uso di marcatori specie-specifici permette l'identificazione a livello di specie; (iv) lo sviluppo del marcatore molecolare idoneo (i.e. ribosomale, plastidico o mitocondriale) taxon specifico determina l'esito dell'identificazione tassonomica-molecolare.

Conclusioni - Per quanto riguarda l'indicatore "fitoplancton" per la definizione del GES nella MSFD, la ricerca futura e il monitoraggio dovranno concentrarsi sulla acquisizione di ulteriori dati e sull'identificazione delle metriche più utili per essere utilizzate su scala subregionale ed, eventualmente, su scala regionale. Per l'attuazione dei programmi di monitoraggio, qualificati corsi di formazione sulla tassonomia ed esercizi di intercalibrazione tra i diversi gruppi di lavoro dovranno essere urgentemente avviati nonostante a livello nazionale metodologie comuni e guide tassonomiche siano già disponibili (Sical *et al.*, 2010). Inoltre, considerando l'approccio olistico sul quale è basata la MSFD, ulteriori studi saranno necessari per stabilire come le pressioni umane che influenzano le comunità fitoplanctoniche esercitano il loro effetto anche sull'intero ecosistema. Sebbene la scelta degli indicatori da utilizzare sia complicata dal numero di pressioni e dalle loro interazioni con gli organismi marini, tali informazioni si rendono necessarie per la valutazione dello stato ambientale, soprattutto in termini di funzionamento dell'ecosistema (Painting *et al.*, 2013). Infine, nonostante la comunità fitoplanctonica sia attualmente un riconosciuto buon indicatore dello stato ambientale, l'utilizzo integrato dell'intero comparto planctonico potrà meglio definire la qualità e funzionalità degli ecosistemi marini.

Ringraziamenti: Gli autori desiderano ringraziare la SIBM per la realizzazione ed il CNR per il patrocinio del Workshop "Il plancton nella Direttiva Quadro per la Strategia Marina: proposte di

monitoraggio per la valutazione dello stato ambientale” tenutosi a Roma il 13 dicembre 2013 e nell’ambito del quale è stata presentata questa comunicazione. Un sentito ringraziamento va anche a Erika Magaletti e Franco Giovanardi dell’ISPRA per il lavoro realizzato insieme e per la loro disponibilità.

Bibliografia

- BECAGLI S., LAZZARA L., FANI F., MARCHESE C., TRAVERSI R., SEVERI M., DI SARRA A., SFERLAZZO D., PIACENTINO S., BOMMARITO C., DAYAN U., UDISTI R. (2013) - Relationship between methanesulphonate (MS-) in atmospheric particulate and remotely sensed phytoplankton activity in oligo-mesotrophic central Mediterranean Sea. *Atmos. Environ.*, **79**: 681-688.
- BRICKER S.B., LONGSTAFF B., DENNISON W., JONES A., BOICOURT K., WICKS C., WOERNER J. (2008) - Effects of nutrient enrichment in the Nation’s estuaries: a decade of change. *Harmful Algae*, **8**: 21-32.
- CAROPPO C., BUTTINO I., CAMATTI E., CARUSO G., DE ANGELIS R., FACCA C., GIOVANARDI F., LAZZARA L., MANGONI O., MAGALETTI E. (2013) - State of the art and perspectives on the use of planktonic communities as indicators of environmental status in relation to the EU Marine Strategy Framework Directive. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 65-73.
- CULLEN J.J., CIOTTI A.M., DAVIS R.F., LEWIS M.R. (1997) - Optical detection and assessment of algal blooms. *Limnol. Oceanogr.*, **42** (5, part 2): 1223-1239.
- DIERCKX S., METFIES K., JÄCKEL S., MEDLIN L.K. (2011) - The ALGADEC device: a semi-automated rRNA biosensor for the detection of toxic algae. *Harmful Algae*, **10**: 395-401.
- FACCA C., BERNARDI-AUBRY F., SOCAL G., PONIS E., ACRI F., BIANCHI F., GIOVANARDI F., SFRISO A. (2014) - Description of a Multimetric Phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters. *Mar. Pollut. Bull.*, **79**: 145-154.
- MANGONI O., BASSET A., BERGAMASCO A., CARRADA G.C., MARGIOTTA F., PASSARELLI A., RIVARO P., SAGGIOMO M., SAGGIOMO V. (2013) - A case study on the application of the MSFD to Mediterranean coastal systems: The Po plume, as a transitional water system in the Northern Adriatic basin. *Transit. Water Bull.*, **7** (2): 175-201.
- MANGONI O., IMPERATORE C., TOMAS C.R., COSTANTINO V., SAGGIOMO V., MANGONI A. (2011) - The new carotenoid pigment moraxanthin associated with a toxic microalgae. *Mar. Drugs*, **9**: 242-255.
- MAZZIOTTI C., CABRINI M. (2004) - Indicatori di stato: problemi legati alla variabilità spaziale e temporale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (1): 78-86.
- NOVOA S., CHUST G., FROIDEFOND J.-M., PETUS C., ORIVE E., SEOANE S., BORJA Á. (2012) - Water quality monitoring in Basque coastal areas using a local chlorophyll-a algorithm and MERIS images. *J. Appl. Remote Sens.*, **6** (1), doi: 10.1117/1.JRS.6.063519.
- PAINTING S.J., VAN DER MOLEN J., PARKER E.R., COUGHLAN C., BIRCHENOUGH S., BOLAM S., ALDRIDGE J.N., FORSTER R.M., GREENWOOD N. (2013) - Development of indicators of ecosystem functioning in a temperate shelf sea: a combined fieldwork and modelling approach. *Biogeochemistry*, **113**: 237-257.
- PENNA A., GALLUZZI L. (2013) - The quantitative real-time PCR applications in the monitoring of marine harmful algal bloom (HAB) species. *Environ. Sci. Poll. Res.*, **20**: 6851-6862.
- SOCAL G., BUTTINO I., CABRINI M., MANGONI O., PENNA A., TOTTI C. (2010) - Metodologie di campionamento e di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 623 pp.
- ZAMPOUKAS N., PIHA H., BIGAGLI E., HOEPFFNER N., HANKE G., CARDOSO A.C. (2012) - *Monitoring for the Marine Strategy Framework Directive: requirements and options*. Joint Research Centre. ISPRA, Italy: 42 pp.