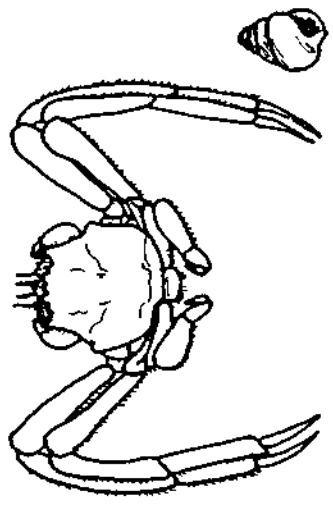
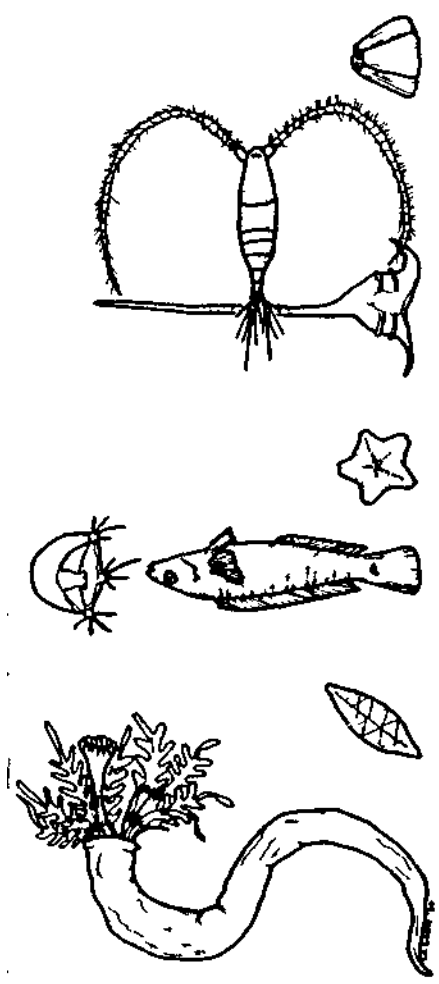
ISSN 1123-4245

Società Italiana di Biologia Marina



BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA



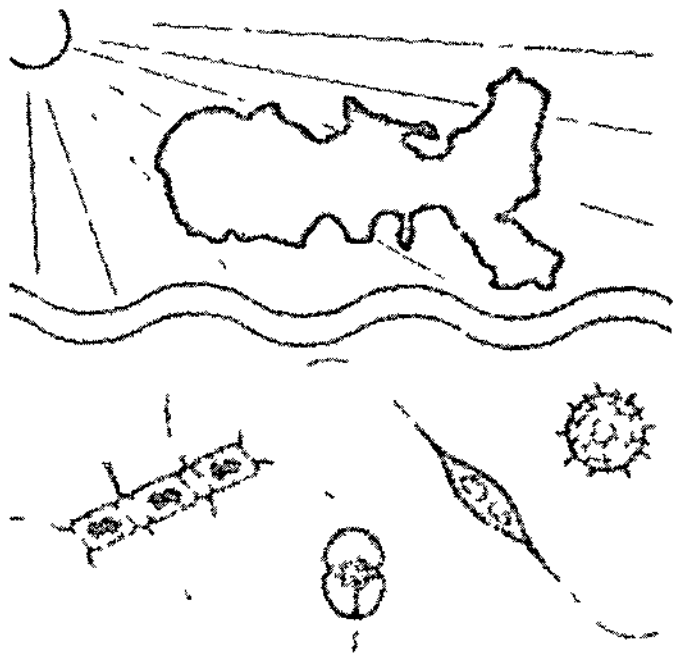


Vol. 4 - fasc. 1 - 1997

ATTI XXVII Congresso SIBM

PORTOFERRAIO (ISOLA D'ELBA)

20-25 Maggio 1996



ATTI

XXVII CONGRESSO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

Comune di Portoferraio

apt azienda promozione turistica arcipelago toscano

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Biologia Vegetale
LABORATORIO DI ECOLOGIA

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 1

A. MOREL

Laboratoire de Physique et Chimie Marines, Université P. et M. Curie, Villefranche-sur-mer, France.

MODÉLISATION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE OCÉANIQUE DANS UNE PERSPECTIVE BIO-GÉOCHIMIQUE

MODELLAZIONE DELLA PRODUZIONE PRIMARIA OCEANICA IN UNA PROSPETTIVA BIO-GEOCHIMICA

Historiquement, la capacité photosynthétique des algues unicellulaires fut étudiée, comme celle des plantes supérieures, par les physiologistes. Les écologistes marins, dès l'introduction de la méthode au ^{14}C, ont effectué des mesures de production primaire avec, surtout, l'objectif de quantifier l'importance du premier maillon de la chaîne trophique. La préoccupation bio-géochimique est apparue plus récemment, la photosynthése étant vue comme un processus à plusieurs facettes: celle de la fixalion temporaire de CO_2 et de la rnodification qu'apporte la "pompe biologique" sur le fonctionnement de la pompe thermodynamique, celle de la création de matériel particulaire, conduisant par sédimentation, à une séquestration de plus longue durée du carbone dans les couches profondes, voire dans le sédiment. Avec une telle perspective, considérer des échelles spatiales et temporelles beaucoup plus vastes que celles initialement prises en compte par les biologistes, est devenu une nécessité. De celle-ci également, est née l'idée d'utiliser les moyens spatiaux, seuls susceptibles de fournir la couverture systématique et globale, telle que requise pour des études de cette nature.

La "couleur de l'Océan", en fait l'information spectroscopique détectable de l'espace, peut être interpretée en terme de concentration en pigments photo-synthétiques au sein de la couche supérieure océanique. Le problème posé alors est celui de transformer une donnée concernant la biomasse algale en un taux de production. A l'échelle cellulaire, la fonction de transfert nécessaire est exprimée par le rendement quantique, reliant le nombre d'atomes de C fixés au nombre de photons absorbés pour fournir l'énergie indispensable au transfert (du minéral vers l'organique). A l'échelle de la colonne d'eau, puis des provinces océaniques, le problème est beaucoup plus complexe et fait l'objet de la "modélisation" évoquée dans le titre. Dans une telle modélisation interviennent, bien sûr, les paramètres photo-physiologiques des populations algales (les connait-on suffisamment?), également des paramètres physiques, comme la température, l'éclairement incident photosynthétiquement utile, la propagation de cette énergie radiative dans la colonne d'eau (les mesure-t-on ou les modélise-t-on correctement?), enfin des phénomènes dynamiques: épaisseur de la couche mélangée, vis-àvis de celle de la zone euphotique, circulation des nutriments, coefficient de diffusion turbulente...

Ceci conduit à des paramétrisations, où physique, chimie et biologie sont intimement associées, et à des complexités croissantes, lorsque l'on veut dépasser le cadre diagnostique pour envisager une modélisation pronostique. La présente communication tente de décrire les voies déjà explorées, ainsi que leurs possibles prolongements.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 2-16

S. VALLERGA

Istituto di Cibernetica e Biofisica del CNR, Genova,
Sezione di Ecologia della Visione & International Marine Centre, Oristano, Italia.

ECOLOGIA DELLA VISIONE: L'ADATTAMENTO ALL'AMBIENTE MARINO

THE ECOLOGY OF VISION: ADAPTATION TO THE MARINE ENVIRONMENT

Abstract

The optical features of the ocean change dramatically with distance from shore, depth, weather conditions, seasons. Marine organisms adapt quickly, and efficiently, to survive in such a variable light environment. The maximum sensitivity of the eye's photoreceptors cells is strongly related to the ambient light. Regulatory mechanisms fit the neural retina to different levels of light intensity. Adaptation is mostly effective during development and in spawning seasons, as habitat changes. The most interesting transformation occurs in adult eels, as they start the long journey to breed, from rivers to the deep ocean. Their eyes get bigger and a gene is switched on to produce a new blue-sensitive opsin protein. Such modifications can be induced by hormone injection and slowed down keeping the eel in coastal waters. The functional organisation of fish visual system is so dynamic that fish vision undergoes greater levels of fine tuning than any other vertebrate. For such reason fish vision has become the most important model system for the study of adaptation and plasticity in the nervous system.

Key-words: adaptation, ecology of vision, fish vision, genetic adaptation, photic environment, neural plasticity, retina, underwater vision, visual pigments.

Introduzione

L'ecologia della visione ha lo scopo di capire cosa significhi visione, per gli animali diversi dall'uomo, e quanto la struttura e la funzione di un sistema visivo siano adattati all'individuo che li possiede. Per fare questo, occorre mettere in relazione un dato sistema visivo alla natura dell'ambiente fotico, alle interazioni tra oggetto visuale e campo di luce ambientale, ed ai compiti visuali più importanti per l'individuo (Loew, McFarland 1990). Il mare, con la sua estrema varietà di condizioni di luce e di sistemi visivi, è uno straordinario laboratorio. Gli ecologi della visione hanno avuto particolare successo nello studio dei processi che guidano l'adattamento all'ambiente e l'evoluzione della visione negli organismi marini (Archer *et al.,* 1997)

In mare si sono sviluppati, e ancora coesistono, la maggior parte dei sistemi visivi prodotti dall'evoluzione. Sulle coste nord-occidentali dell'Atlantico sopravvive il *Limulus polyphemus,* una creatura antica, il cui occhio a torretta ricorda l'occhio più antico di cui si ha memoria, quello del trilobite, vissuto oltre 500 milioni di anni fa (Sinclair, 1985). Proprio sul *Limulus,* Fuortes e Hodgkin (1964) hanno iniziato gli studi, che hanno portato a capire i meccanismi della fototrasduzione. Recentemente, sono state scoperti gamberi con nuovi sistemi visivi, adattati agli ecosistemi dei soffioni idrotermali, a 3500 m di profondità (Van Dover *et al.,* 1989)

Alcuni copepodi utilizzano ancora la scansione, il sistema di visione più semplice e meno usato, ritenuto l'anello di congiunzione tra il primitivo nucleo di cellule fotosensibili ed i più complessi sistemi di formazione dell'immagine. L'occhio composto, tipico degli invertebrati, consente ai crostacei una visione ravvicinata

dell'intero mondo esterno, senza aberrazione sferica. I pesci hanno lo stesso tipo di occhio dell'uomo, ma con una retina dalla struttura più raffinata, in grado di elaborare anche il movimento (Douglas, Djamgoz, 1990). L'occhio dei cefalopodi, unico in natura, è intermedio tra l'occhio dei vertebrati e quello degli invertebrati (Sinclair, 1985).

La varietà dei sistemi visivi, e la loro adattabilità, sono legati alla complessità, e alla variabilità, della trasmissione della luce nell'acqua, che dipende dalle caratteristiche del corpo d'acqua, condizioni meteorologiche, variazioni stagionali e conseguenti variazioni dei parametri fisici, chimici e biologici (Loew, McFarland 1990).

La correlazione tra sensitività spettrale dei fotorecettori e luce ambientale, è stata dimostrata a partire dagli anni '70; più recentemente si sono cominciati a capire le basi molecolari ed meccanismi genetici dell'adattamento dei pigmenti visivi, i processi fisiologici e neurochimici dell'adattamento della retina neurale all'ambiente (Lythgoe, 1972; Dartnall, 1975; Munz, McFarland, 1977; Lythgoe, 1979; Levine, McNichol, 1979; Lythgoe, 1984; Lythgoe 1987; Loew, McFarland, 1990; Vallerga, 1994; Loew, 1995; Archer *et al.,* 1997).

L'ambiente fotico

L'atmosfera

Il sole fornisce, in media, un'irradianza spettrale di circa 10^{12} fotoni cm^{-2} sec^{-2} nm^{-1}, ed è di gran lunga la maggior sorgente di luce disponibile per la visione, che utilizza le lunghezze d'onda tra 350 e 700 nm. Il passaggio attraverso l'atmosfera modifica selettivamente le diverse lunghezze d'onda. Le molecole d'aria e acqua assorbono, infatti, nell'infrarosso, e l'ozono assorbe nell'ultravioletto e nella zona giallo-arancio dello spettro. Microparticelle diffondono le lunghezze d'onda più corte (blu), contribuendo al colore azzurro del cielo (effetto Rayleigh).

Un'ulteriore caratteristica, di importanza biologica, della luce del sole è la polarizzazione, che aiuta molti animali, inclusi crostacei e pesci, ad orientarsi (Loew, McFarland 1990).

L'intensità ed il colore della luce rimangono circa costanti per inclinazioni del sole sull'orizzonte superiori a 20°.

Al crepuscolo, quando i raggi del sole attraversano uno strato più spesso di atmosfera, l'irradianza si riduce di circa tre ordini di grandezza e predomina il magenta ed il blu (effetto Chapuis), a causa del maggiore l'assorbimento di infrarosso, UV e giallo-arancio.

Il crepuscolo è di estremo interesse per la visione, in quanto rappresenta il periodo di transizione tra visione diurna e visione notturna. Studi effettuati sulla barriera corallina (Hobson, 1972), hanno consentito di dimostrare che il passaggio tra i due mondi visuali non è graduale.

I pesci con visione diurna si ritirano dalla colonna d'acqua 10-15 min. dopo il tramonto. I pesci notturni entrano in attività mezz'ora dopo il tramonto. Quindi, per un periodo di circa 20 min. *(quiet period),* l'attività cessa. All'alba la sequenza avviene in ordine inverso (Fig. 1).

Durante la notte è ancora disponibile abbastanza luce per attività dipendenti dalla visione.

La luce della luna piena ha circa lo stesso spettro della luce solare, solo leggermente più rossa, e con un'intensità ridotta di circa sei unità logaritmiche.

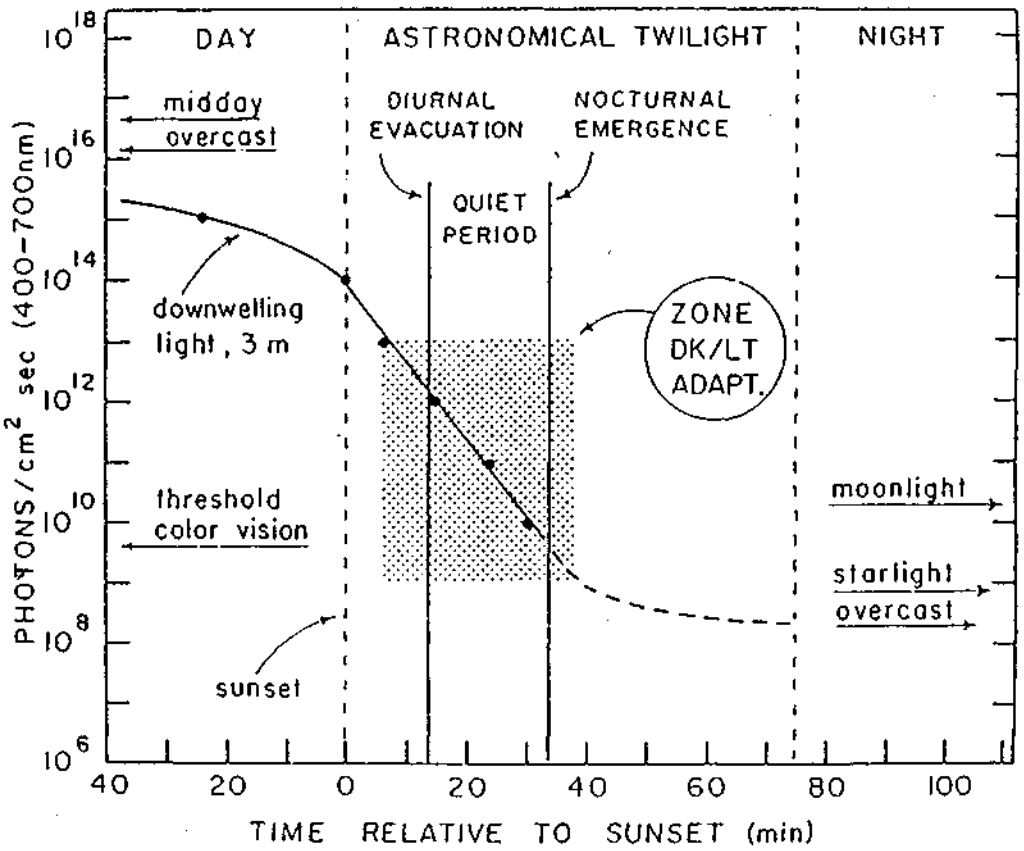


Fig. 1 - Correlazione tra i livelli di luce al crepuscolo, l'adattamento al buio della retina e il comportamento di pesci della barriera corallina al calare della notte. Le intensità di luce sono i fotoni totali tra 400 and 700 nm, ottenuti da misure dell' irradianza spettrale della luce diretta verso il basso, a 3 m di profondità (le misure sono state effettuate all'atollo di Eniwetok in agosto). E' interessante notare la coincidenza tra le l'intensità effettiva della luce, il comportamento dei pesci e l'adattamento al buio della retina (Munz, McFarland 1973).

Correlation between twilight light levels, retinal dark adaptation and behaviour of coral reef fishes as night descends. Light intensities are the total photons between 400 and 700 nm, obtained from spectral irradiance measurements for downwelling light at 3m (value obtained at Eniwetok Atoll on August). Note the coincidence between actual light intensities, fish behaviour and retinal dark adaptation (Munz, McFarland 1973).

In assenza di luna, il cielo fornisce una luce dominata dal bagliore verde dell'atmosfera, dovuto all'attivazione dell'O_2.

Il bagliore dell'atmosfera sommato alla luce delle stelle, produce un'intensità pari a quella della luna piena (Munz, McFarland, 1977).

L'interfaccia aria-acqua

All'interfaccia aria-acqua, l'indice di rifrazione ha una discontinuità che ha importanti conseguenze per gli animali che guardano fuori dell'acqua. I raggi incidenti alla superficie, dalla parte dell'acqua, sono infatti riflessi indietro per angoli superiori a 48.5°, quindi l'intera cupola del mondo esterno è compressa entro una finestra di 97°, la finestra di Snell, visibile fino a circa 40m (Munz, McFarland, 1977).

Un'ulteriore complicazione, per la visione subacquea, deriva dal fatto che la superficie dell'acqua non è quasi mai piatta. Il vento provoca increspature, che si comportano come tante superfici riflettenti e rifrangenti, creando bagliori nella colonna d'acqua e sul fondale. I pesci bentonici, con occhi dorsali, hanno sviluppato un corpo pupillare filigranato che consente di schermare i bagliori dovuti alle increspature superficiali (Fig. 2). In pesci costieri hanno in generale una cornea iridescente, che

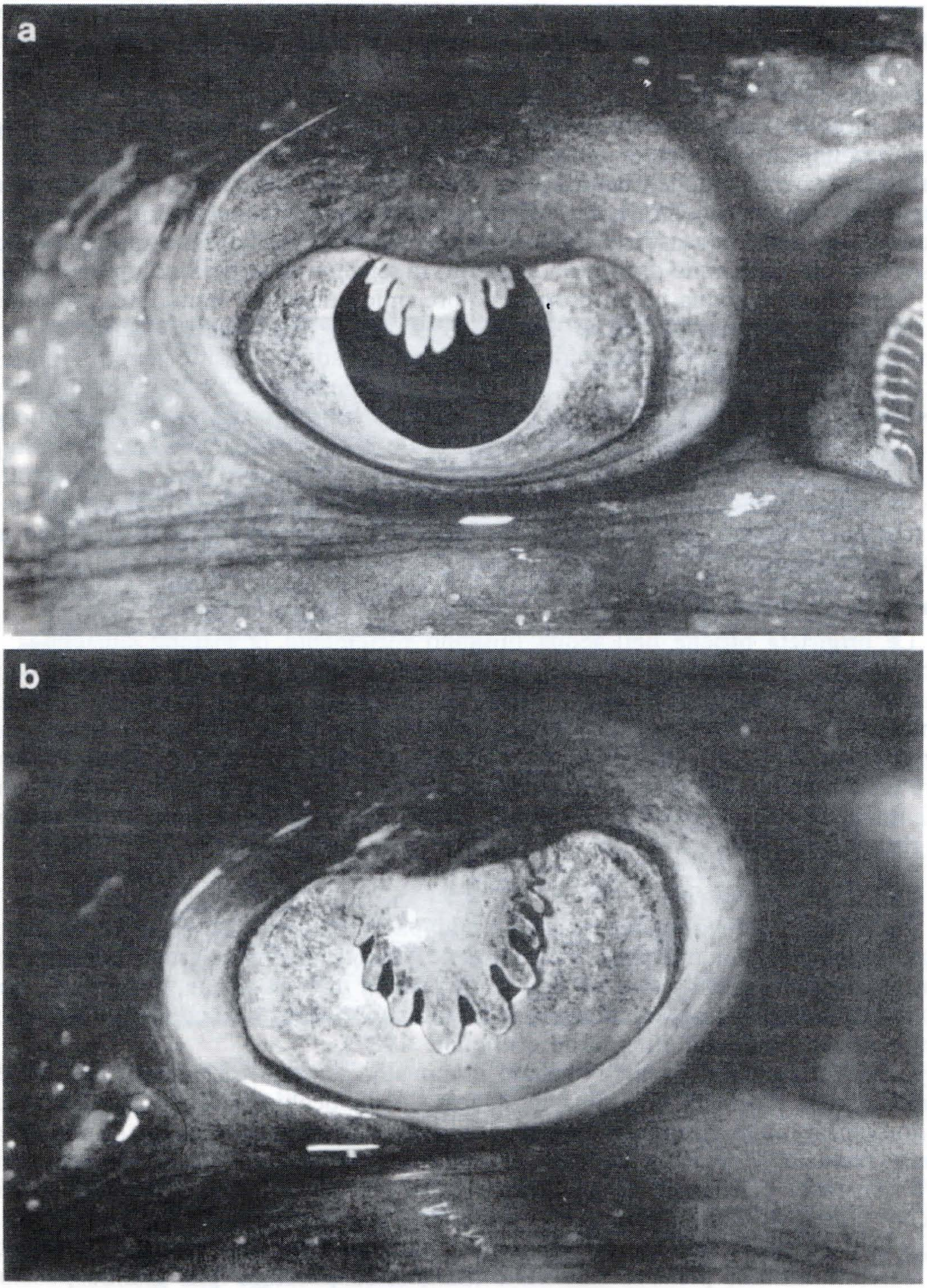


Fig. 2 - Pupilla a opercolo di un adulto di razza, *Raja eglantaria*. Dilatata (a) e chiusa (b), l'opercolo smerlato, crea una pupilla a mezzaluna con serie di piccole aperture pupillari secondarie (Sivak, Luer, 1991).

Dilated (a) and constricted (b) pupil of the eye of an adult clearnose skate, *Raja eglantaria*, showing the fringed edge of the operculum (Sivak, Luer, 1991).

filtra selettivamente le lunghezze d'onda soggette a maggiore rifrazione e consente, nello stesso tempo, la visione della luce polarizzata (Lythgoe, 1979).

Il colore dell'acqua

Il colore dell'acqua è determinato da fattori interni, come diffusione di Rayleigh, proporzionale a $1/1^4$, quindi maggiore per lunghezze d'onda più corte, e dall'assorbimento nel rosso dell'acqua pura. Tra i fattori esterni sono particolarmente importanti l'assorbimento della sostanza gialla, maggiore nel blu, il cui risultato è una colorazione rossastra e l'assorbimento della clorofilla del fitoplancton, che associata alla diffusione di trypton e seston, fa tendere al verde il colore dell'acqua.

Ogni corpo d'acqua ha un proprio colore tipico dovuto a latitudine, profondità, quantità e qualità di apporti dalla costa. I mari del Nord Europa, ed in generale i mari lungo le coste occidentali dei continenti, sono "verdi", mentre il Mediterraneo, considerato un oceano per la sua profondità, è "blu" (Lythgoe, 1979). Le immagini del CZCS (Coastal Zone Colour Scanner), elaborate dall'Istituto per le Applicazioni del Telerilevamento (V. Barale e B. Sturm), del Centro Comune di Ricerca di Ispra, hanno recentemente consentito di provare che, il Mediterraneo ha le caratteristiche di oceano tropicale, in quanto la fioritura algale nel Mediterraneo ha luogo in inverno, anziché in estate, come accade nell'Atlantico alla stessa latitudine.

La visione subacquea

Le proprietà ottiche dell'acqua limitano fortemente la visione subacquea. E' difficile, per un subacqueo, vedere in orizzontale oltre i 40 m, anche nelle acque trasparenti del Mediterraneo. Lungo la colonna d'acqua, i termoclini, fasce a temperatura diversa, provocano effetti di rifrazione della luce, in quanto spesso separano strati con densità e direzioni differenti (Woods, 1971). Pure i pesci sembrano fare un ottimo uso dei loro occhi, sorprendentemente ben sviluppati, con una retina più raffinata di quella umana, e con caratteristiche particolari che consentono il miglior adattamento possibile.

Le forme di visione degli animali marini

Nel corso dell'evoluzione si sono sviluppati tre sistemi di formare immagini. Il più semplice occhio riprende la scena come una telecamera, costruendo l'immagine con passaggi successivi. Questo tipo di visione, il meno comune, è utilizzato dalla più piccola creatura in grado di formare un'immagine visuale, la Copilia, un Copepode lungo poche centinaia di micron (Sinclair, 1987).

Gli invertebrati utilizzano l'occhio composto, comune tra animali così diversi come insetti, crostacei e molluschi. Questo è un occhio a fuoco fisso, formato da molteplici unità rifrattive, ommatidi, ciascuna responsabile di una porzione del campo visuale. L'occhio composto consente una buona visione ravvicinata, priva di aberrazione cromatica, su un campo visivo sferico. L'aragosta ha il più grande occhio composto della natura, con ommatidi a sezione quadrata anziché circolare. Gli occhi composti dei crostacei sono montati nei modi più disparati, a torretta, su antenne mobili, per avere la visibilità di una porzione più grande possibile del mondo esterno. Molti crostacei di acque basse, utilizzano la visione a colori, fino all'UV, e si orientano con il piano di polarizzazione della luce (Sinclair, 1985). I cefalopodi hanno un occhio con caratteristiche intermedie tra l'occhio degli invertebrati e quello dei vertebrati. I fotorecettori sono direttamente esposti alla luce incidente, come negli invertebrati, ma sono organizzati in una retina stratificata

sulla coppa dell'occhio, dove l'immagine è focalizzata attraverso una singola lente, come nei vertebrati. Tra i cefalopodi si trova anche il più grande occhio esistente sul pianeta, quello dell'*Architeuthis*, il calamaro gigante, il cui occhio ha un diametro di 370 cm. (Sinclair, 1987). L'occhio dei vertebrati è un dispositivo simile alla macchina fotografica, l'immagine è focalizzata sui fotorecettori, disposti oltre la struttura laminare dei neuroni, responsabili della elaborazione dell'informazione visuale. La luce attraversa gli strati neurali, prima di essere assorbita dai fotorecettori, per questa ragione la retina dei vertebrati è definita "inversa", rispetto a quella degli invertebrati "diretta" (Fig. 3). I pesci hanno una buona

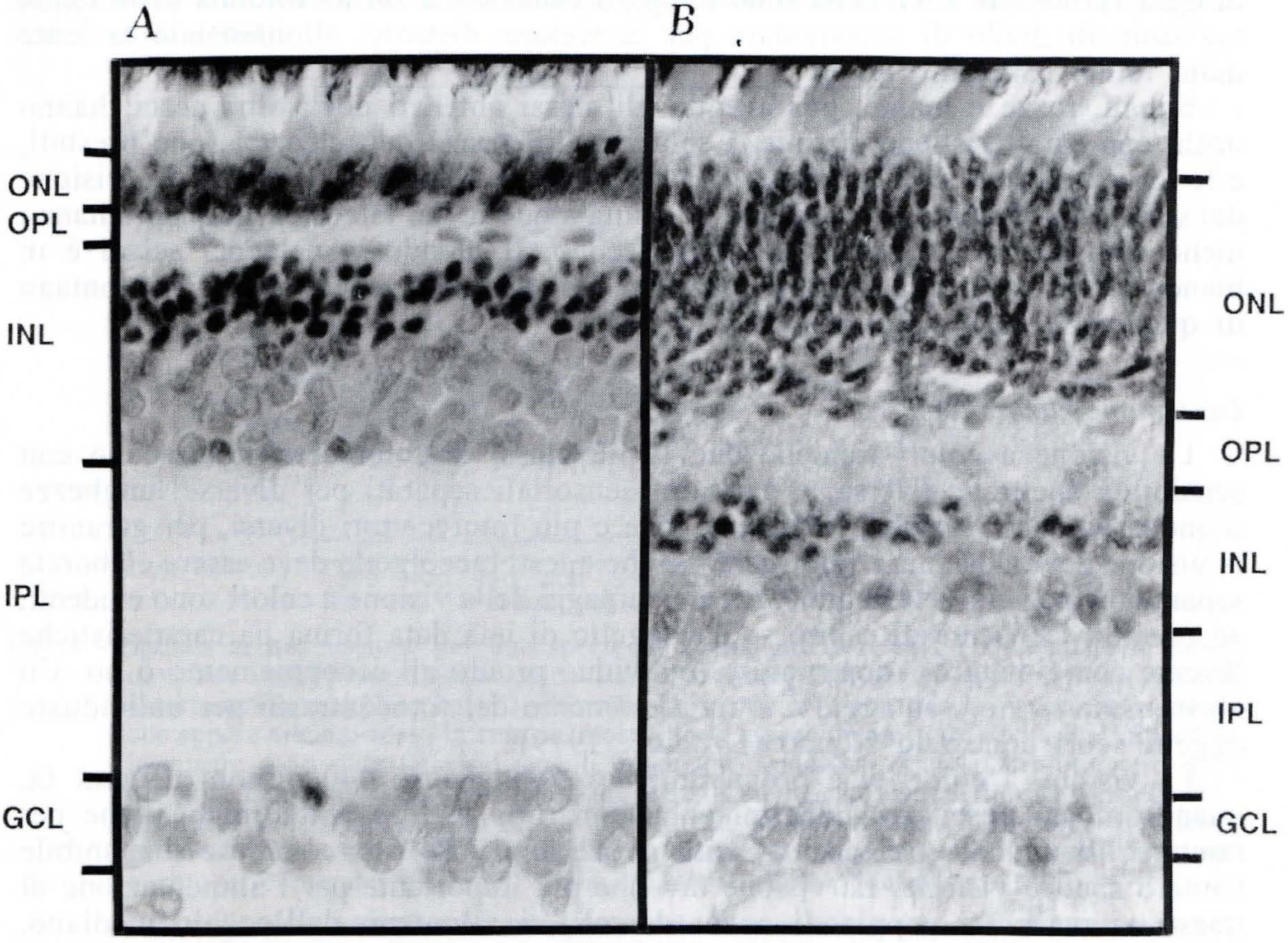


Fig. 3 - Sezioni trasverse di retine larvali di: A) *Pleuronectes platessa,* raccolta nelle acque verdi del Mare d'Irlanda, B) di *Arnoglossus imperialis,* raccolta nelle acque blu del Golfo di Alghero. ONL = strato nucleare esterno, dove si trovano i corpi dei fotorecettori, OPL = strato plessiforme esterno, dove si contattano fotorecettori e neuroni; INL = strato plessiforme interno, corpi cellulari degli interneuroni; IPL = strato plessiforme interno, dendriti degli interneuroni; GCL = strato delle cellule gangliari. Lo spessore totale è circa 150 mm. Il maggiore sviluppo della retina interna (INL+IPL) della *Pleuronectes* indica maggiore capacità di discriminazione degli oggetti in base al contrasto. Per le specie di acqua blu, *Arnoglossus,* il maggiore sviluppo della retina interna (ONL+OPL), indica che probabilmente la discriminazione degli oggetti contro lo sfondo è effettuata tramite il colore.

Cross sections of retinae of larval A) *Pleuronectes platessa* (Ireland Sea-green waters), and B) *Arnoglossus imperialis* (Gulf of Alghero-blue waters). ONL = outer nuclear layer, where photoreceptors are located, OPL = outer plexiform layer, INL = outer nuclear layer (interneurones), IPL = inner outer plexiform layer (dendrites of interneurones), GCL = ganglion cell layer. Total width 150 μm. The larger development of the inner (INL + IPL) indicates increased contrast discrimination capability, for the green water species. Blue water species, apparently rely mainly on colours to increase photocontrast.

percezione delle forme e del colore, fino all'UV, almeno negli stadi giovanili. L'occhio del pesce cresce per tutta la vita. Fotorecettori e neuroni sono continuamente aggiunti lungo un anello periferico, e all'interno della retina, dove sono presenti precursori indifferenziati. La retina del pesce adulto mantiene quindi la plasticità della retina in formazione (Douglas, Djamgoz 1990).

Tutti i pesci hanno la cornea piatta, mentre gli animali terrestri hanno la cornea curva. La ragione è che l'indice di rifrazione della cornea è quasi esattamente quello dell'acqua. La lente è quindi il più importante dispositivo per raccogliere la luce. Le grandi lenti sferiche dei teleostei hanno l'indice di rifrazione più alto di ogni vertebrato. I teleostei sono miopi, a causa della forma rotonda della lente, ma sono in grado di accomodare per la visione distante, allontanando la lente dalla retina (Sinclair, 1985).

Squali, razze e mante, pur avendo gli stessi antenati degli altri pesci, hanno occhi con caratteristiche distinte. I selaci, a differenza dei teleostei sono presbiti, e le loro lenti sono così perfette, da non produrre alcun astigmatismo. La visione dei selaci è probabilmente inferiore in acuità a quella dei teleostei, in quanto hanno meno fotorecettori, e in pratica nessun cono. Il mondo visuale dei selaci è in bianco e nero, con una grana grossa, ma essi possono vedere molto più lontano di qualunque altro pesce (Sinclair, 1985).

La visione dei colori

La visione a colori richiede due o più classi di fotorecettori, ciascuno con sensibilità spettrale diversa, e cammini sensoriali separati per diverse lunghezze d'onda. Non sono, infatti, sufficienti, due o più fotorecettori diversi, per garantire la visione dei colori, ma l'informazione che questi raccolgono deve essere elaborata separatamente nella rete neurale. Alcuni vantaggi della visione a colori sono evidenti, ad esempio consente di capire se un oggetto di una data forma ha caratteristiche diverse come maturo - non maturo, individuo pronto all'accoppiamento o no. Un altro, meno ovvio, vantaggio è il miglioramento del fotocontrasto per individuare oggetti scuri contro lo sfondo (Lythgoe, 1979).

La visione a colori si è probabilmente evoluta oltre 440 milioni di anni fa, quando alcuni pesci ostracodermi abbandonarono le loro abitudini bentiche per nuotare liberamente nel mare. Lontano dal fondo del mare si rese disponibile l'intero spettro visibile. La visione divenne più importante per l'alimentazione di questi animali. La coppia di occhi dorsali, si allontanò dall'occhio mediano, spostandosi verso i lati del capo e si svilupparono sistemi di fotorecettori multipli, portando al sistema oggi utilizzato per la visione diurna (McFarland, Munz 1975).

La visione nell'ultravioletto

La presenza di un'estesa letteratura sui recettori UV in invertebrati marini (Menzel, 1979), non ha impedito di trascurare, fino agli anni 80, la possibilità di visione subacquea nell'UV-A (320-390 nm). La posizione rifletteva la convinzione generalizzata, della poca utilità della visione UV, a causa dell'alto coefficiente di attenuazione dell'acqua, per lunghezze d'onda inferiori a 400 nm. La situazione cambiò con il lavoro di Avery e collaboratori (1983), che provarono la presenza di fotorecettori per l'UV (1=360 nm) nel *Rutilus rutilus.* In seguito, si trovarono recettori per l'UV in molti altri pesci. Contestualmente, McFarland (1986), dimostrò la presenza di UV, sufficiente per la visione, nelle acqua oceaniche fino a 100 m di profondità.

La visione UV è particolarmente utile nelle acque con notevole diffusione e assorbimento, come gli strati superficiali di mari e fiumi. Le larve di trota e di altri pesci d'acqua dolce, selezionano, tramite l'UV, due specie di prede, *Daphnia pulex* e *Diaptomus sicilis* (Fig. 4). Entrambe le specie assorbono nel vicino UV, tuttavia la *Diaptomus,* che assorbe molto, appare più scura della *Daphnia* che assorbe meno (Loew, McFarland, 1990). I recettori per l'UV normalmente spariscono con l'età, quando gli animali si muovono verso acque più profonde, tuttavia animali adulti sfruttano la visione UV, a distanza ravvicinata, per vedere ad esempio, l'iridescenza delle strisce laterali del *Paracheidoron innesi,* che cambiano, a seconda dello stato fisiologico e della luce ambientale, estendendosi fino nell'UV (Lythgoe and Shand, 1984).

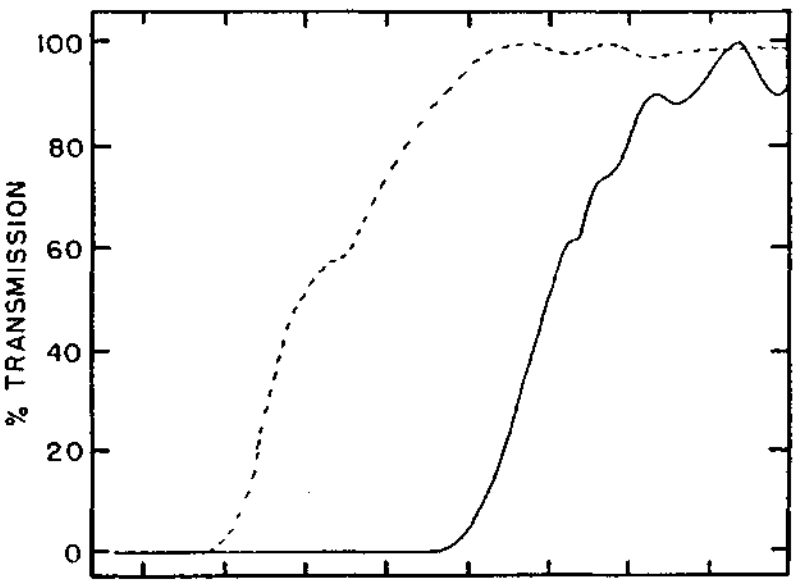


Fig. 4 - Spettro di trasmissione per due specie di zooplancton, di cui si alimentano le larve di trota ed altri pesci d'acqua dolce. La curva tratteggiata per la *Daphnia pulex* mostra assorbimento maggiore sotto i 400 nm. La curva continua per la *Diaptomus sicilis,* che appare arancio-rossa in cultura, mostra forte assorbimento sotto i 550 nm. Entrambe le misure sono state fatte sui singoli organismi usando un microspettrofotometro modificato. L'obiettivo usato per le misure è stato modificato, per il rilevare l'irradianza, opalizzando la lente, con un fascio di particelle ad alta velocità di biossido di silicio. In questo modo si ha una figura più vera dell'assorbimento e della trasmissione, in quanto si eliminano gli effetti della diffusione (Loew, McFarland, 1990).

Transmission spectra for two zooplankters commonly eaten by larval trout and some other freshwater species. Dashed curve, *Daphnia pulex,* showing substantial absorption below 400 nm; smooth curve, *Diaptomus sicilis,* which appears orange-red in culture and absorbs heavily below 550 nm. Both measurements were made on individual organisms by using a modified microspectrophotometer. The objective lens used for measurements was modified for irradiance detection by opalizing the front surface with a stream of high-speed silicon dioxide particles. This modification gives a truer picture of absorption or transmission because it eliminates many of the scatter effects (Loew, McFarland, 1990).

Il riconoscimento delle figure sott'acqua

Gli oggetti sono visibili sott'acqua, di norma, perché appaiono o leggermente più chiari o leggermente più scuri dello sfondo. Le caratteristiche di luce dello sfondo, nelle diverse direzioni in cui un animale guarda, determinano le condizioni per rivelare un bersaglio (Fig. 5). Alcuni fotopigmenti sono più adeguati di altri, per distinguere oggetti contro lo sfondo, in quanto tanto maggiore è il cammino percorso sott'acqua, tanto più monocromatica è la luce (Lythgoe 1972).

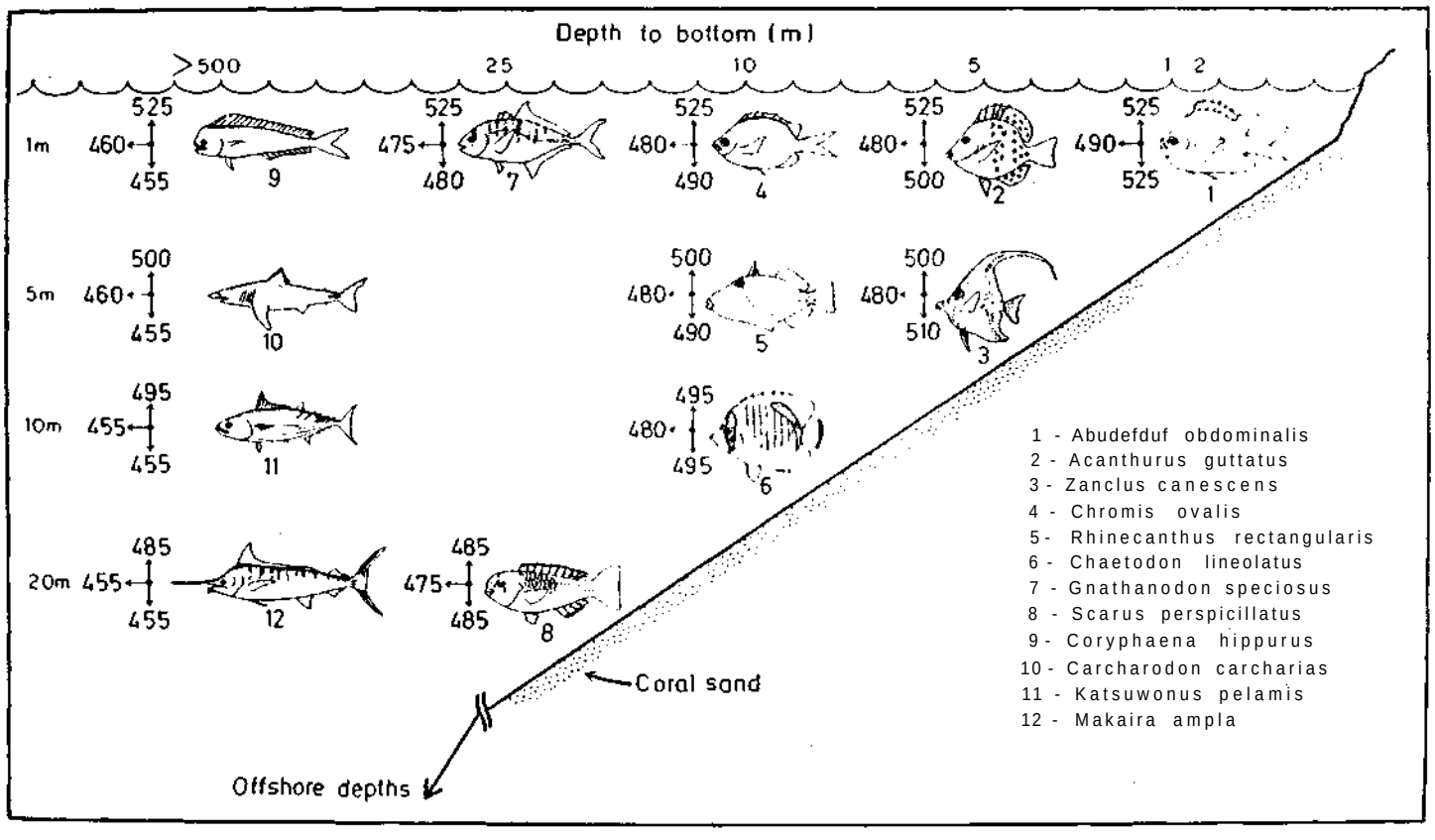


Fig. 5 - Proprietà cromatiche della luce dello sfondo in acque tropicali, sia in mare aperto che in prossimità della barriera corallina. In alto è indicata la profondità in metri. A sinistra sono indicate le profondità, a cui sono state effettuate le misure. Per ciascuna locazione sono indicate le lunghezze d'onda medie della radianza per le tre direzioni di sguardo, in l'alto verso lo zenit, orizzontale, in basso verso il nadir. Nelle acque basse la riflessione dal fondo corallino, influenza i valori della luce di sfondo, per la direzione di sguardo orizzontale e verso il nadir. I numeri sotto le figure di pesci, disegnati non in scala, fanno riferimento alla lista delle specie in basso a destra. Questa figura generalizzata è basata su misure fatte a Eniwetok e Hawaii. (Munz, McFarland, 1977).

Spectral properties of the background light in clear tropical seas, both in the open ocean and near coral reefs. Total water depth (in m) is shown across the top. On the left are indicated the depths beneath the surface at which the light measurements were made. At each location, the median wavelength of the photon radiance is shown for the three line of sight: upward to the zenith, horizontal, and downward to the nadir. In shallower water, a reflective coral sand bottom affects the horizontal and nadir values. Fishes typical of these various locations are shown in outline (not to scale); the numbers beneath these outlines code the species name in the lower right. This generalised figure is based on light measurements made at Eniwetok and Hawaii. (Munz, McFarland, 1977).

McFarland e Munz (1975) hanno misurato a diverse profondità il contrasto, o visibilità, con cui il mahi mahi, *Coryphaena hippuris,* vede un bersaglio in direzione orizzontale (Fig. 6). I pigmenti accoppiati con luce dello sfondo, (l=483 nm) permettono una migliore visibilità in profondità e, durante la notte, in acque basse. In buone condizioni di illuminazione, questi fotopigmenti consentono di aumentare la distanza a cui sono visibili oggetti grandi, con contrasto alto rispetto allo sfondo. Pigmenti visivi, il cui massimo assorbimento è spostato rispetto alla massima trasmissione dell'acqua (l=521 nm), danno una migliore visibilità in acque basse con buona illuminazione, per oggetti vicino, specialmente quando gli oggetti sono piccoli, o sono solo leggermente più brillanti dello sfondo. Questo vantaggio diminuisce con la profondità (Fig. 6).

La migliore percezione del contrasto, nelle acque basse nel Mediterraneo, misurata a Malta da Lythgoe (1968), è data da pigmenti visivi con assorbimento massimo spostato verso le lunghezze d'onda maggiori, rispetto alla trasmissione dell'acqua.

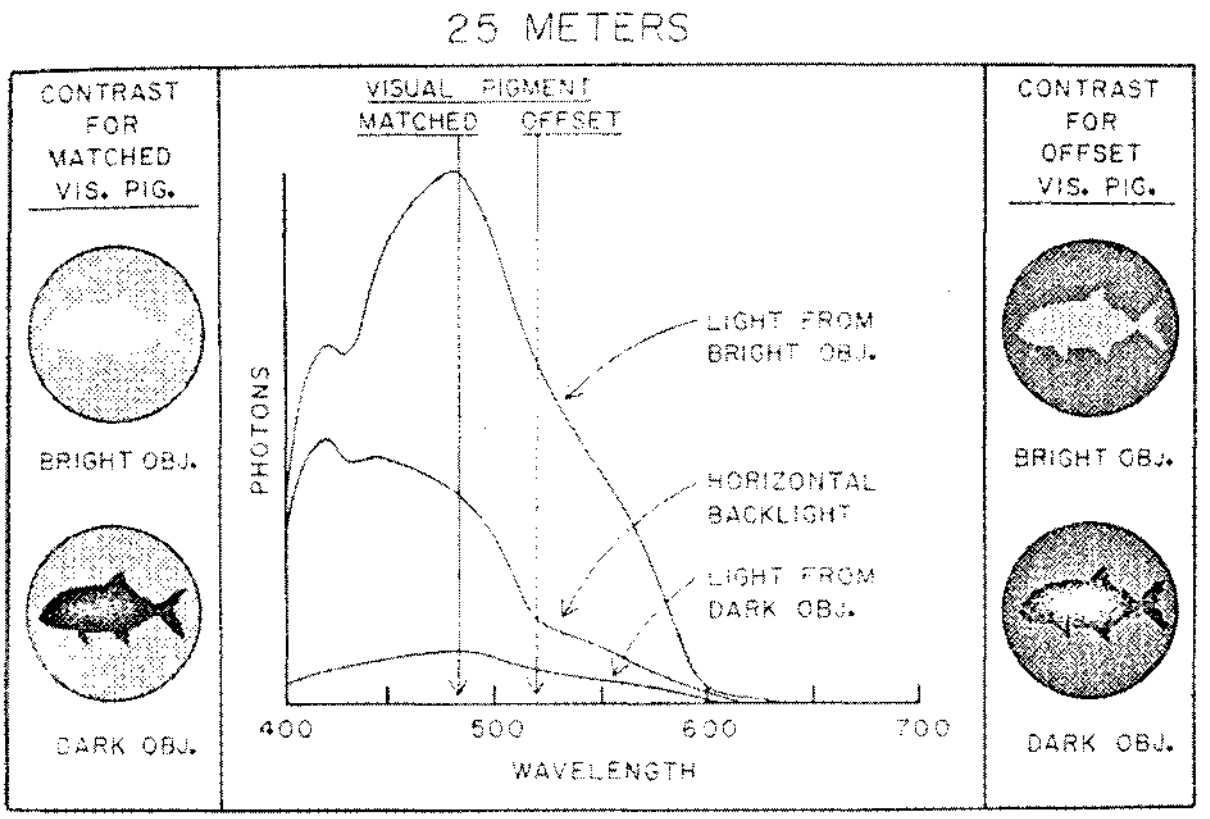


Fig. 6 - Confronto del fotocontrasto relativo di oggetti riflettenti *(bright obj.)* e non riflettenti *(dark obj.)* visti lungo l'asse orizzontale a 25m sotto la superficie dell'acqua, da pesci con, a sinistra, pigmenti visivi accoppiati (λ=483 nm), e a destra pigmenti visivi disaccoppiati (λ=521 nm) con la luce di sfondo. In entrambi i casi si assume che gli oggetti siano grigi. Al centro è riportato il fotocontrasto prodotto da ciascun pigmento visivo. I pigmenti accoppiati producono un fotocontrasto migliore, per oggetti sia chiari che scuri (Munz, McFarland, 1975).

Comparison of the relative photocontrast of bright and dark object viewed along the horizontal line of sight at 25 m beneath the surface by fishes with visual pigments matched to (λ=483 nm), or offset (λ=521 nm) from, the backlight. Both bright and dark targets are assumed to be grey. The inset portray the relative photocontrasts that would be produced by each visual pigment. The matched pigment produces greater photocontrast than the offset pigment for both bright and dark objects (Munz, McFarland, 1975).

Nelle acque del Nord Europa, invece, la migliore rivelazione del contrasto si ha con pigmenti spostati verso lunghezze d'onda più corte.

Adattamento della visione all'ambiente

Le strategie di adattamento della visione all'ambiente sono essenzialmente due: miglioramento dell'efficienza di un sistema in un dato ambiente, e organizzazione di sistemi specifici, per popolare nuove nicchie ecologiche. L'evoluzione, come risultato generale, ha prodotto un numero notevole di sistemi visivi, che lavorano su meccanismi fisiologici molto simili (Vallerga, 1994).

La varietà e complessità dell'ambiente acquatico, trova risposta nella capacità degli animali marini, e dei pesci in particolare, di adattarsi all'habitat ottimizzando la visione per funzionare al meglio nei diversi ambienti, in cui si trovano durante stadi diversi della vita.

La sensitività spettrale dei fotorecettori è strettamente legata alla luce ambientale. I bastoncelli dei pesci di profondità hanno fotopigmenti con sensitività massima nel blu. I bastoncelli delle specie costiere sono sintonizzati su lunghezze d'onda più lunghe, rispetto alle specie mesopelagiche (Lythgoe 1979). Individui giovani

che vivono nelle acque superficiali sono spesso in grado di vedere anche l'UV, capacità perduta nello stadio adulto. Specie simili, che vivono in ambienti diversi, hanno un'organizzazione retinica diversa (Vallerga *et al.,* 1990).

Adattamento all'ambiente cromatico: la molteplicità dei pigmenti visivi

Le molecole dei pigmenti visivi, o fotopigmenti, consistono di una proteina, opsina, accoppiata con un cromoforo, derivato dalla vitamina A_1 (retinale) o A_2 (3-deidroretinale). I pigmenti visivi appartengono alla superfamiglia di recettori accoppiati con proteina-G, che includono i recettori beta-adrenergici, i recettori muscarinici della acetilcolina ed i recettori della dopamina. L'opsina è composta per metà da regioni inserite nella membrana. La clonazione del gene dell'opsina ha dimostrato che sono presenti sette domini idrofobici di amino acidi, circa della stessa lunghezza, separati da corte sezioni idrofiliche. Questo indica che l'opsina è una proteina transmembrana, con sette passaggi entro la membrana, a sezioni elicoidale, lunga in media 348 amino acidi, con un peso di 40kDa. Secondo il modello corrente della molecola del pigmento visivo, le sette eliche dell'opsina abbracciano il cromoforo che giace sulla membrana (Archer, 1995).

L'assorbimento di un fotone provoca l'isomerizzazione del cromoforo dalla forma 11-*cis* alla forma all-*trans*. L'isomerizzazione provoca variazioni conformazionali nella molecola, che consentono il legame della proteina-G transducina all'opsina. Questo inizia la cascata di eventi che porta alla variazione di potenziale della membrana citoplasmatica, primo passo nella formazione del segnale elettrico, che codifica l'immagine del mondo esterno. Un singolo pigmento assorbe al massimo fotoni con data lunghezza d'onda, ma è in grado di assorbire anche le lunghezze d'onda adiacenti, entro un intervallo di parecchie decine di nm. Sono stati misurati nei pesci, tramite spettrofotometria, un gran numero di pigmenti visivi, con sensibilità massima dall'UV fino al vicino infrarosso, catalogati in base al picco di assorbimento (Archer *et al.,* 1997).

Le variazioni della sensitività si ottengono modificando il cromoforo (vitamina A_1 O A_2) e usando la stessa opsina, o modificando l'opsina, tramite l'espressione differenziata di geni (Crescitelli, 1991, Archer, 1995). Questo permette ad animali che si spostano attraverso corpi d'acqua, di modificare la propria sensitività. Già nel 1941 Wald sottolineò che le specie eurialine, che migrano tra mare e acqua dolce, utilizzano un sistema doppio con rodopsina (sensitività nel giallo-verde) e porfiropsina (sensitività nel blu).

L'anguilla è un esempio tipico della necessità di adattamento. Dopo diversi anni passati nelle acque verdi-brune di fiumi e lagune, l'anguilla europea *(Anguilla anguilla),* si prepara al lungo viaggio di ritorno verso le trasparenti acque blu del Mar dei Sargassi, dove si riproduce a circa 400 m di profondità. Archer e collaboratori (1995) hanno dimostrato che, nelle anguille immature, si esprime un gene, che produce un pigmento visivo sensibile al verde (l=511 nm), adattato alla luce trasmessa in acqua dolce. Quando le anguille maturano sessualmente, questo gene è sostituito da un altro, che esprime una nuova opsina, con sensibilità massima nel blu (l=482 nm), adatta all'ambiente fotico mesopelagico. Contestualmente, gli occhi dell'anguilla diventano più grandi, per adattarsi alla visione in profondità. Se le anguille mature sono tenute in acqua di mare, con condizioni di luce simili a quelle dei fiumi, lo spostamento verso il blu non avviene. D'altro canto iniezioni di ormoni, che inducono la maturazione sessuale dell'an-

guilla, provocano anche l'allargamento degli occhi e l'espressione della nuova opsina sensibile al blu.

Il confronto della sensitività spettrale dei pigmenti visivi di molte specie e la clonazione dei geni che danno origine alle diverse sensitività, consente di comprendere i meccanismi genetici tramite i quali un sistema visivo si adegua all'ambiente, ed anche i passaggi evolutivi dell'adattamento (Archer, 1995, Archer *et al,* 1997).

MECCANISMI DI ADATTAMENTO ALLA LUCE E AL BUIO

Movimenti pupillari

La pupilla, negli animali marini, serve non solo a ridurre l'intensità della luce incidente sulla retina, ma anche a limitare gli effetti dei bagliori dovuti alle increspature della superficie ed a selezionare la luce polarizzata. Per questa ragione le pupille degli organismi marini hanno forme particolari. Così la seppia ha una pupilla a forma di W, il polpo una pupilla rettangolare e la razza, *Raja eglantaria* (Fig. 2), ha una complicata pupilla ad opercolo, che chiusa consente la formazione di una serie di piccole aperture (Sivak, Luer 1991). In generale, gli elasmobranchi hanno un'iride contrattile, capace di produrre rapidamente variazioni notevoli nelle dimensioni, e nella forma, della pupilla in risposta alle transizioni luce-buio. L'area pupillare dello squalo *Negaprion brevirostris,* cambia di ben 10 volte in pochi secondi (Sivak, Luer 1991). I crostacei si adattano alle variazioni di intensità modificando la sezione delle unità che compongono l'occhio composto o modificando l'angolo. Così i rabdomeri dei granchi, durante la notte, si allargano per aumentare la cattura di fotoni.

Movimenti retinomotori

La retina dei pesci risponde alle variazioni di intensità della luce con movimenti retinomotori, che consistono lo spostamento, lungo la direzione radiale della retina, dei fotorecettori e dei granuli del pigmento epiteliale, su cui sono adagiati i fotorecettori. Il miode, che collega il corpo cellulare dei fotorecettori con l'ellissoide e il segmento esterno, che contiene il pigmento visivo, si contrae o allunga, nel contempo, i granuli di pigmento migrano entro le cellule epiteliali.

Nello stato di adattamento alla luce, i granuli di pigmento diffondono nelle cellule nell'epitelio ed i miodi dei bastoncelli, più sensibili alla luce, si allungano, in modo che i segmenti esterni e l'ellissoide dei bastoncelli siano schermati. I miodi dei coni sono contratti, e tengono i coni pressati contro lo strato nucleare esterno (ONL, Fig. 3).

In condizioni di adattamento al buio i miode dei coni si può allungare, portando i coni entro il pigmento epiteliale. Nello stesso tempo il miode dei bastoncelli si contrae ed espone i bastoncelli alla luce (Lythgoe, 1979).

I meccanismi che governano i movimenti retinomotori possono essere endogeni, regolati dall'orologio interno del ritmo circadiano, questi movimenti avvengono in fase con il ciclo luce-buio giornaliero. In questo caso animali esposti alla luce durante la notte, non riescono ad adattarsi e quindi a vedere. Le conseguenze per l'acquacoltura sono evidenti, ad esempio, non può essere alterato il ciclo luce-buio naturale per alimentare gli animali. Questo sembra essere il caso dell'anguilla. Altre specie hanno meccanismi esogeni di regolazione, i movimenti retinomotori

hanno luogo in risposta alla variazione di intensità della luce ambientale, sia essa naturale o artificiale.

Retina neurale

L'adattamento della retina a diversi livelli d'illuminazione comporta modifiche strutturali e funzionali molto importanti, che non possono essere discussi in una breve relazione, per una quadro generale il lettore può consultare *The Visual System of Fish* (Douglas, Djamgoz 1990). In generale, pesci epipelagici hanno entrambi i tipi di fotorecettori, coni e bastoncelli, ed una retina neurale ben sviluppata. I pesci della zona mesopelagica, dove arriva solo poca luce verde-blu, hanno strati sovrapposti di bastoncelli, occhi molto grandi per massimizzare la cattura di fotoni, ed una serie di strategie visive per individuare prede e compagni, che arrivano a produrre in proprio luce. Nella zona tra i 700 ed 1300 m di profondità è localizzato il *Quit point* (Lythgoe, 1972), che definisce il punto in cui le condizioni visuali sono così difficili, che gli animali abbandonano la visione come senso primario. I pesci batipelagici hanno infatti in generale occhi molto piccoli, regrediti (Lythgoe, 1979).

Si può osservare l'effetto di piccole variazioni di condizioni fotiche sulla retina, confrontando specie simili, che vivono in habitat diversi. Larve di pesci piatti delle acqua verdi del Mare d'Irlanda (*Pleuronectes platessa)* hanno la retina interna, dove si trovano i neuroni che elaborano forme, contrasto e movimento, molto sviluppata. Larve di pesci piatti delle acque blu del Golfo di Alghero (*Arnoglossus imperialis),* hanno invece una retina esterna, dove sono localizzati i fotorecettori, più sviluppata e quindi probabilmente utilizzano il colore per discriminare gli oggetti (Fig. 3). Lo stesso processo d'adattamento della retina lo si osserva durante la metamorfosi dei pesci piatti. La retina interna dell'*Arnoglossus imperialis* si espande di circa tre volte, durante la discesa verso il fondo mentre un occhio migra verso la sommità del capo, per stabilizzarsi a circa 1,5 volte lo spessore iniziale, quando l'animale inizia la vita bentonica. Le modifiche avvengono nell'arco di poche settimane (Vallerga *et al.,* 1990).

La capacità d'adattamento della retina dei pesci deriva dal fatto che mantiene per tutta la vita la plasticità tipica dei tessuti giovani. La plasticità, particolarmente evidente in risposta al ciclo luce-buio, permette significative modifiche dell'organizzazione sinaptica, nel breve periodo. Le cellule orizzontali, legate all'elaborazione del colore subiscono modifiche strutturali, estendendo e ritraendo le "spinule" in pochi minuti per adattarsi alla luce o al buio (Wagner, Djamgoz 1993). Da poco si sono cominciati a comprendere i meccanismi neurochimici, che consentono la regolazione della sensitività dei neuroni retinici in risposta a variazioni del livello di illuminazione. Sono coinvolti in particolare la dopamina ed il neuromodulatore gassoso, ossido nitrico (Archer *et al.,* 1997).

Sistemi visivi per un ambiente senza luce

Un insolito sistema visivo è stato recentemente scoperto in nuove specie di gamberi, *Rimicaris exoculata* e *Rimicaris* sp., che vivono in prossimità dei soffioni idrotermali della dorsale atlantica, ad oltre 3500 m di profondità (Chamberlain *et al.,* 1986, Van Dover *et al,* 1989; O'Neill *et al,* 1995; Nuckley *et al* 1996). Questi gamberi hanno sviluppato un occhio dorsale in grado di vedere il bagliore giallastro dei soffioni sulfurei, mantenendo gli occhi composti laterali, tipici delle

specie di superficie, ma aumentando il diametro dei rabdomeri. Il fatto interessante è che questi gamberi sembrano riprodurre il processo di formazione del sistema visivo primigenio, che iniziò oltre 500 milioni di anni fa, proprio con placche dorsali fotosensibili, da cui si separarono due occhi laterali (Vallerga, 1994).

Bibliografia

ARCHER S.N. (1995) - Molecular biology of visual pigment molecules. In: *Neurobiology and Clinical Aspects of the Outer Retina.* M.B.A. Djamgoz, S.N. Archer and S. Vallerga (eds), Chapman and Hall, London: 79-104.

ARCHER S.N., HOPE A., PARTRIDGE J.C. (1995) - The molecular basis for the blue-green sensitivity shift in the rod visual pigments of the European eel. *Proc. R. Soc. Lond.,* B262: 289-295.

ARCHER S.N., DJAMGOZ M.B.A., LOEW E.R., PARTRIDGE J.C, VALLERGA S. (eds) (1997) - *Adaptive Mechanisms in the Ecology of Vision,* Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. In the press.

AVERY J.A., BOWMAKER J.K., DJAMGOZ M.B.A., DOWNING J.E.G. (1983) - Ultraviolet sensitive receptors in freshwater fish. *J. Physiol., Lond.,* 334: 23.

CHAMBERLAIN S.C., MEYER-ROCHOW V.B., DOSSERT W.P. (1986) - Morphology of the compound eye of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus. J. Morphol.,* 189: 145-156.

CRESCITELLI F. (1991) - Visual Pigments. The scotopic photoreceptors and their visual pigments of fishes: functions and adaptations. *Vision Res.,* 31: 339-348.

DARTNALL H.J.A. (1975) - Assessing the fitness of visual pigments for their photic environments. In: *Vision in Fishes,* M.A. Ali (ed), Plenum Press, New York: 543-563.

DOUGLAS R., DJAMGOZ M. (eds) (1990) - *The visual system of fish.* Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

FUORTES M.G.F., HODKGIN A.L. (1964) - Changes in time scale and sensitivity in the ommatidia of *Limulus. J. Physiol.,* Lond., 172: 239-263.

HOBSON E.S. (1972) Activity of Hawaiian reef fishes during the evening and morning transition between daylight and darkness. *Fish. Bull. Nat. Mar. Fish. Ser.,* 70: 715-740.

LEVINE J.S., MACNICHOL E.F. JR (1979) - Visual pigments in teleost fishes: Effects of habitat, microhabitat and behaviour on visual system evolution. *Sen. Process.,* 3: 95-131.

LOEW E.R., MCFARLAND W.N. (1990) - The underwater visual environment. In: *The visual system of fish.* R. Douglas, M. Djamgoz (eds), Chapman & Hall, London: 6-43.

LOEW E.R. (1995) Determinants of visual pigment spectral location and photoreceptor cell spectral sensitivity. In: *Neurobiology and Clinical Aspects of the Outer Retina.* M.B.A. Djamgoz, S.N. Archer, S. Vallerga (eds), Chapman and Hall, London: *57-77.*

LYTHGOE J.N. (1968) - Visual pigments and visual range underwater. *Vision Res.,* 8: 997-1011.

LYTHGOE J.N. (1972). - The adaptation of visual pigments to the photic environment. In: *The Handbook of Sensory Physiology. Vol. VII/1.* Springer-Verlag, Berlin: 566-603.

LYTHGOE J.N. (1979) - *The Ecology of Vision.* Clarendon Press, Oxford.

LYTHGOE J.N. (1984) - Visual pigments and environmental light. *Vision Res.,* 24: 1539-1550.

LYTHGOE J.N., SHAND J. (1984) - Action spectra for the iridophore light response in the neon tetra. *Photochem. and Photobiol.,* 40: 551-553.

MCFARLAND W.N. (1986) - Light in the sea - correlations with behaviours of fishes and invertebrates. *Am. Zool.,* 26: 389-401.

MCFARLAND W.N., MUNZ W.R.A. (1975). - Part III: The evolution of the photopic visual pigments in fishes. *Vision Res.,* 15: 1071-1080.

MENZEL R. (1979) - Spectral sensitivity and colour vision in invertebrates. In: *The Handbook of Sensory Physiology,* VII/6A, H. Antrum (ed), Springer-Verlag, Berlin: 503-580.

MUNZ W.R.A., MCFARLAND W.N. (1973) - The significance of spectral position in the rhodopsin of tropical marine fishes. 13: 1829-1874.

MUNZ W.R.A., MCFARLAND W.N. (1977). - Evolutionary adaptations of fishes to the photic environment. In: *The Visual System of Vertebrates.* F. Crescitelli (ed), Springer-Verlag, Berlin: 193-274.

NUCKLEY D.J., JINKS R.N., BATTELLE B.-A., HERZOG E.D., KASS L., RENNINGER G.H., CHAMBERLAIN S.C. (1996) - Retinal anatomy of a new species of bresiliid shrimp from a hydrothermal vent field on the Mid-Atlantic Ridge. *Biol. Bull.,* 190: 98-110.

O'NEILL P.J., JINKS R.N., HERZOG E.D., BATTELLE B.-A., KASS L., RENNINGER G.H., CHAMBERLAIN S.C. (1995) - The morphology of the dorsal eye of the hydrothermal vent shrimp, *Rimicaris exoculata. Visual Neurosci.,* 12: 861-875.

SINCLAIR S. (1985). - *How Animals See: Other Visions of Our World,* Crom Helm, London & Sidney.

SIVAK J.G., LUER C.A. (1991). - Ocular Media: Optical development of the ocular lens of an elasmobranch, *Raja elanteria. Vision Res.,* 31: 373-382.

VALLERGA S., ARRU A., LUPI D. (1990) - Retinal Plasticity during eye migration in flatfish. *Invest. Ophthal. Visual Sci.,* 31 (Suppl. 4): 159.

VALLERGA S. (1994) - The phylogenetic evolution of the visual system. *In: Human and Machine Vision,* V. Cantoni (ed), Plenum Press, New York: 1-12.

VALLERGA S. (1997) - Plasticity and adaptation in the nervous system. In: *Human and Machine Perception: Information Fusion.* V Cantoni (ed), Plenum Press, New York: in the press.

VAN DOVER C.L., SZUTS E., CHAMBERLAIN S.C., CANN J.R. (1989) - A novel eye in "eyeless" shrimp from hydrothermal vents of the Mid-Atlantic Ridge. *Nature,* 337: 458-460.

WALD G. (1941). - The visual system of euryhaline fishes. *J. Gen. Physiol.,* 25: 235-245.

WAGNER H.J., DJAMGOZ M.B.A. (1993) - Spinules - a case for retinal synaptic plasticity. *Trends in Neurosci.,* 16: 201-206.

WOODS J. D. (1971) - Micro-oceanography. In: *Underwater Science.* J:D: Woods, J.N: Lythgoe (eds), Oxford University Press: 291-317.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 17-23

L. ALBERIGHI, P. FRANCO, M. BASTIANINI, G. SOCAL

Istituto di Biologia del Mare, C.N.R., Riva 7 Martiri 1364/a - 30122 Venezia, Italia.

PRODUTTIVITÀ PRIMARIA, ABBONDANZA FITOPLANCTONICA E CAMPO DI IRRADIANZA IN DUE STAZIONI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE. CROCIERE MARZO E GIUGNO 1994

PRIMARY PRODUCTION, PHYTOPLANKTON ABUNDANCE AND IRRADIANCE FIELD IN TWO STATIONS OF NORTHERN ADRIATIC SEA. CRUISES MARCH AND JUNE 1994

Abstract

Primary productivity, phytoplankton communities, density and irradiance field measurements were performed at two stations in Northern Adriatic Sea in March and June 1994. The aim was to underline the relationships between these parameters in basin areas characterized by different Oceanographic features.

Key-words: primary productivity, phytoplankton, irradiance field, Northern Adriatic Sea.

Introduzione

Il bacino settentrionale dell'Adriatico è caratterizzato nel suo insieme da bassa profondità, da ampie variazioni annuali del bilancio termico e da notevoli apporti di acque dolci provenienti dalle coste occidentali (Franco e Michelato, 1992). Sono riconoscibili nel corso dell'anno due differenti situazioni di grande importanza ai fini della distribuzione della produttività primaria e del campo di irradianza:

I) la prima presente per circa i due terzi dell'anno (aprile-ottobre) è caratterizzata da una forte stabilità verticale con stratificazione della colonna d'acqua, nella quale gli scambi tra strati sovrapposti sono limitati; le acque più calde diluite da apporti fluviali raggiungono per advezione laterale la quasi totalità del bacino e restano confinate nello strato superficiale. Al fondo è presente uno strato di acqua ad alta densità isolato dalla superficie da uno o più picnoclini separanti strati di densità intermedie.

II) La seconda è caratterizzata da instabilità ed omogeneità verticale della colonna d'acqua completamente mescolata. Gli apporti fluviali in questo periodo (dicembre-marzo) restano generalmente confinati in una stretta fascia costiera separata dal resto del bacino da un sistema frontale.

Da quanto sopra esposto risulta che la distribuzione dei popolamenti fitoplanctonici, del campo di irradianza e della produttività primaria dovrà modificarsi in relazione all'alternanza tra i due regimi sopra citati (Franco 1983, 1984).

In questo lavoro, che è parte di uno studio pluriennale sulla produttività primaria in Adriatico settentrionale, vengono confrontate due stazioni differenti dal punto di vista oceanografico: una è posta in una zona settentrionale del bacino meno influenzata da diluizioni fluviali, mentre la seconda, meridionale, è sottoposta alla diretta influenza della plume del Po, principale apporto di acqua dolce della costa nord-occidentale (fig. 1).

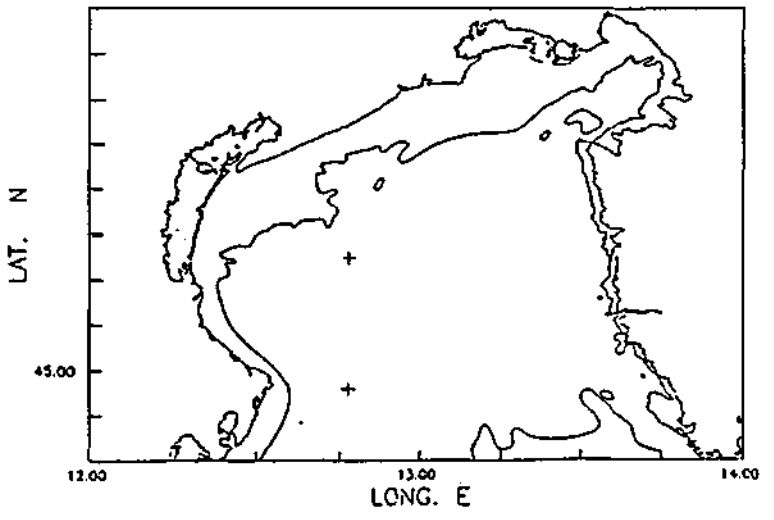


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni di campionamento.

Sampling stations.

I periodi considerati riflettono l'alternanza dei regimi di instabilità e stabilità verticale descritti per l'Adriatico settentrionale.

Materiali e metodi

I dati ed i risultati ottenuti sono estratti da quelli di due crociere svolte in marzo e giugno 1994. In questi periodi è stata investigata la zona compresa tra le latitudini 44° 55.5' e 45° 35.0'N.

Vengono qui presentati i risultati ottenuti dallo studio di due stazioni, con particolare riguardo alle relazioni esistenti tra produttività primaria, struttura delle comunità fitoplanctoniche e campo di irradianza. Profili di temperatura e salinità sono stati ottenuti utilizzando una sonda CTD IDRONAUT mod. 801. La radiazione incidente fotosinteticamente disponibile (PAR) è stata misurata utilizzando un profilatore Biospherical PNF300 fornito di un sensore con collettore sferico, parzialmente schermato per la misura dell' irradianza in aria, e di un analogo insieme per la misura dell' irradianza scalare E_0 nella colonna d'acqua. Il calcolo del coefficiente di attenuazione k_0 nella colonna d'acqua è stato ottenuto secondo la legge di Beer-Lambert.

Sono stati inoltre prelevati campioni a differenti quote, dopo opportuna valutazione dei profili verticali, con l'utilizzo di bottiglie Niskin da 5 litri. I campioni discreti sono stati analizzati per i seguenti parametri: CO_2 disciolta totale, fitoplancton da conteggio, produttività primaria.

Le misure di produttività primaria sono state ottenute con il metodo del ^{14}C (Steeman-Nielsen, 1952). I campioni sono stati inoculati con 1 cm^3 di una soluzione di $NaH^{14}CO_3$ (4 µCi di attività) e posti ad incubare in situ per 4 ore. Alla fine dell' incubazione i campioni sono stati filtrati su filtri Whatman GF/C, e trasferiti in vials da scintillazione liquida dopo eliminazione del ^{14}C inorganico non utilizzato con l'aggiunta di HCl 0.5N (0.2 cm^3). Di ogni campione, dopo aggiunta del cocktail scintillante (Instagel, Packard), è stata misurata l'attività con uno scintillatore Beckman LS6000.

Le integrazioni verticali di alcuni parametri, come produttività primaria e biomassa fitoplanctonica, sono state ottenute con l'applicazione della regola di Simpson.

I campioni per la determinazione delle abbondanze fitoplanctoniche sono stati fissati in formalina tamponata e contati con invertoscopio Axiovert 35 ZEISS.

Sono state anche misurate le dimensioni delle cellule per il calcolo del volume cellulare (Edler, 1979).

Risultati

Condizioni oceanografiche

In marzo le caratteristiche oceanografiche delle due stazioni risentono della prevalenza della struttura termoalina invernale. La colonna d'acqua è pressochè instabile nella parte sottostante i 10 m, con acqua fortemente salina (salinità maggiore di 38 PSU), temperatura inferiore a 9.5 °C ed anomalia di densità (γ_t) maggiore di 29.4 kg m^{-3}; mostra invece solo stratificazione termica nella parte superficiale nella stazione settentrionale (temperatura da 9.5 a 11 °C ed anomalia di densità da 29.2 a 29.3 kg m^{-3}), mentre in quella meridionale la struttura superficiale è dominata dagli effetti dell'intrusione della plume padana: nel sottile strato dalla superficie a 5 m la salinità varia da meno di 30 a 38 PSU, la temperatura da 13 a 10 °C e l'anomalia di densità da 20 a 29 kg m^{-3}.

Nella fase primaverile la situazione è fortemente cambiata in entrambe le stazioni: la stratificazione termica interessa tutta la colonna, con temperatura da 23 a 15 °C nello strato dalla superficie a 10 m, e da 15 a meno di 12 °C in quello profondo.

La salinità dello strato diluito superficiale, fino a 10 m, si distribuisce tra 30 e 37 PSU nella stazione settentrionale, da meno di 27 a 37 PSU in quella meridionale, per gli effetti della diretta diluizione padana. Nello stesso strato l'anomalia di densità varia da 21.0 kg m^{-3} nella stazione settentrionale, e da circa 15 in quella meridionale, a più di 27.5 kg m^{-3}. La salinità dello strato profondo, debolmente stratificato, varia fra 37 e 37.8 PSU, l'anomalia di densità da meno di 28.0 a più di 28.5 kg m^{-3}.

In entrambe le fasi stagionali, la struttura di densità è perciò caratterizzata da gradienti di densità minori nella stazione settentrionale, specie nello strato superficiale, che in quella meridionale (fig.2)

Penetrazione dell'energia radiante

L'intensità del flusso radiante incidente in superficie I_0 misurata non era molto dissimile nelle due stazioni durante i mesi considerati, con valori medi durante i periodi di misura rispettivamente di 2100 e 2400 mEin/m^2/s, mostrando anche nel mese di marzo valori di irradianza relativamente elevati.

La distribuzione verticale dell' irradianza scalare mostra nella stazione maggiormente influenzata dalla plume fluviale un'attenuazione del flusso radiante più pronunciata entro il primo metro della colonna d'acqua, con abbattimenti del 60-77% dell' irradianza incidente (fig.3).

La struttura di densità della colonna d'acqua, e la distribuzione del carico di materiale disciolto e particellato da questa condizionata, controlla le variazioni verticali del coefficiente di attenuazione k_0, che assume valori diversi negli strati sovrapposti, e nelle due zone considerate. I valori di k_0 sono infatti nelle due condizioni stagionali dell'ordine di 0.80 e 1.50 m^{-1} nello strato superficiale della stazione sottoposta all'apporto della plume padana, di 0.40 e 0.55 m^{-1} in quella settentrionale, in relazione con il diverso carico fotoattenuante; k_0 assume valori fra 0.10 e 0.20 m^{-1} nello strato intermedio, e fino a 0.30 m^{-1} in quello prossimo al fondo, in relazione alla risospensione turbolenta di materiale.

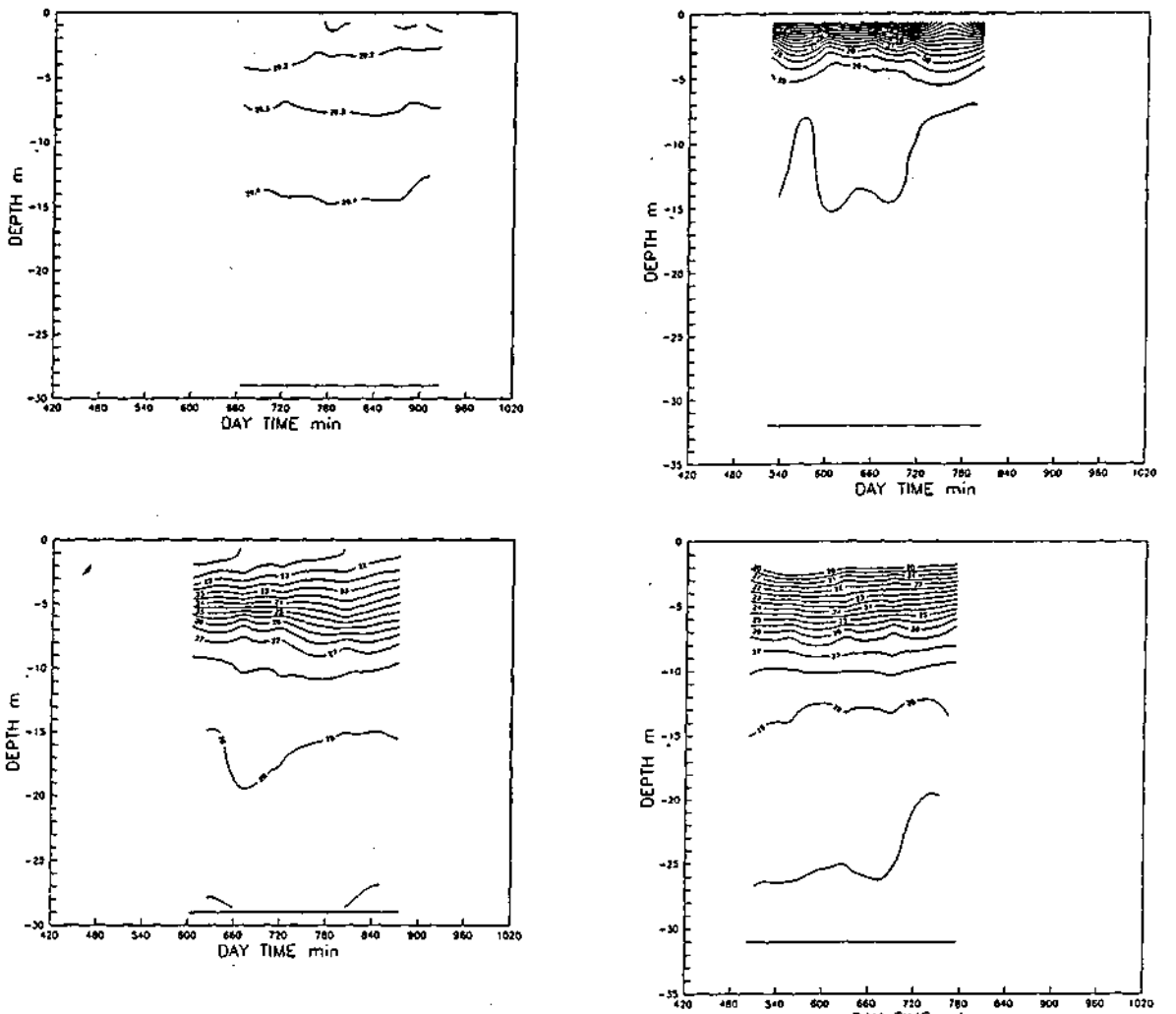


Fig. 2 - Profili verticali di γ_t in marzo e giugno 1994, nella stazione costiera ed al largo.

Vertical profiles of γ_t in March and June 1994 in the coastal and offshore stations.

Popolamenti fitoplanctonici

I popolamenti fitoplanctonici osservati nelle due stazioni sono in relazione con la diversa distribuzione del campo di densità e del trasporto turbolento verticale, che influenza sia la penetrazione del flusso di energia radiante, come sopra descritto, che la distribuzione spaziale dei fitoplanctonti. In generale l'immissione fluviale, con la stabilizzazione verticale dello strato superficiale ed il carico di particelle sospese e di nutrienti disciolti, determina nelle aree ad essa soggette condizioni più favorevoli alla crescita ed allo sviluppo fitoplanctonico.

Ciò si può desumere dai valori di abbondanza osservati nella stazione meridionale, direttamente soggetta all'influenza della plume del Po (media $5x10^6$ cell dm^{-3}). I popolamenti risultano qui composti nella stagione di transizione principalmente da *Skeletonema costatum,* con picchi superficiali di $20x10^6$ cell dm^{-3}, sono presenti inoltre diatomee del genere *Chaetoceros* lungo tutta la colonna ed altre diatomee bentoniche quali *Navicula* sp., *Diploneis crabro, Cyclotella* sp., che sembrano bene adattate a basse intensità luminose.

Nel periodo di stratificazione i popolamenti sono dominati principalmente da nanoflagellati indeterminati e criptoficee, soprattutto negli strati superficiali, oltre che da piccole diatomee centriche *(Cyclotella* sp., *Chaetoceros* sp.) presenti in quantità rilevanti ($1x10^6$ cell dm^{-3}).

Nella stazione settentrionale, meno soggetta all'influenza fluviale, sono i nanoflagellati ed i dinoflagellati a dominare i popolamenti ed a influenzare i processi

di produttività primaria: le loro abbondanze numeriche sono superiori nella fase di stabilità verticale piuttosto che nel periodo di transizione.

Nel mese di marzo in questa stazione i popolamenti sono scarsi, e la loro componente principale è data da fitoflagellati, tra i quali i silicoflagellati (*Dictyocha fibula* e *D. speculum)* prevalgono nelle acque dense di fondo. Durante il regime di stratificazione questa stazione è sempre caratterizzata da popolamenti di fitoflagellati, con elevate abbondanze.

I dinoflagellati durante il regime di stratificazione sono rappresentati principalmente da *Gymnodinium* sp. e *Prorocentrum* sp., che restano confinati nei primi 5 m della colonna d'acqua.

Produttività primaria

La produttività primaria misurata nella stazione influenzata dall'apporto fluviale mostra valori medi nettamente superiori (di circa un ordine di grandezza) rispetto a quelli della stazione settentrionale e concentrati negli strati superficiali della colonna d'acqua (0.5-1 m; fig.3), in accordo con risultati precedenti rinvenuti nella stessa area (Franco 1983). Durante il bloom di *Skeletonema costatum* (marzo) la produttività nello strato superficiale supera i 160 $mgC/m^3/h$ (fig.3). I valori di produzione integrata nella colonna sono di 500-200 $mgCm^2/h$ rispettivamente in marzo e giugno.

Nella stazione settentrionale, in condizioni primaverili di debole stratificazione, la distribuzione della produttività primaria è relativamente omogenea dalla superficie al fondo, mentre in condizioni di stabilizzazione verticale la produttività è concentrata nel sottile strato superficiale (fig. 3).

Le relazioni tra produttività primaria e le abbondanze dei diversi gruppi tassonomici indicano che, nel periodo in esame, i processi fotosintetici sono stati prevalentemente correlati con le diatomee nella stazione di apporto fluviale diretto (r=0.88, n=l2) e con i fitoflagellati (dino- r=0.99, nano- r=0.93, n=l2) nell'area posta più a nord. Inoltre la correlazione tra produttività e salinità indica che le acque meno influenzate dalla diluizione sono quelle dove i processi produttivi sono meno intensi.

La profondità della zona eufotica (z), cioè la profondità alla quale $E_0(z_{eu})/E(0) = 0.01$, ottenuta dalle misure dirette dell' E_0 in colonna è maggiore nella zona non direttamente influenzata dalla plume del Po (24-25 m). Nella stazione meridionale l'attività fotosintetica è fortemente fotolimitata sotto i 12-19 m, come si desume dai valori di produttività primaria molto bassi misurati al di sotto di queste profondità (0.51 e 0.14 $mgC/m^3/h$ a 29 m in marzo e giugno; fig. 3).

Conclusioni

Le due zone del bacino settentrionale adriatico scelte per l'analisi sopra esposta mostrano caratteristiche oceanografiche diverse, nei riguardi della distribuzione dei parametri termoalini, e della loro influenza sulla struttura del campo di densità, dei caratteri della stabilità verticale e dei processi di trasporto. Sono inoltre diversamente affette dal trasporto laterale, nello strato superficiale, di acque di diluizione fluviale, e del carico di sostanze disciolte e particellate a queste dovuto.

Nell'evoluzione temporale della struttura della colonna d'acqua, dalla fase invernale a quella primaverile, con la sua progressiva stratificazione, la differente

fotoattenuazione dello strato superficiale si sovrappone alla distribuzione verticale dell'attenuanza, dovuta alle diverse caratteristiche ottiche acquisite dagli strati sovrapposti, generando le condizioni di una diversa penetrazione dell'energia radiante negli strati più profondi delle due zone.

La composizione dei popolamenti fitoplanctonici appare influenzata sia dalla diversa distribuzione della turbolenza verticale e del trasporto di sostanze da questa controllato, che da quella del campo di irradianza: è caratterizzata dalla prevalenza di fitoflagellati nella zona settentrionale, e dalla presenza significativa di popolazioni di diatomee in quella meridionale.

La distribuzione dei processi di produttività primaria, infine, dimostra gli effetti delle diverse caratteristiche delle due zone sia sulla distribuzione verticale di questa, relativamente omogenea nella stazione settentrionale e concentrata nello strato superficiale in quella meridionale, che sui suoi valori integrati.

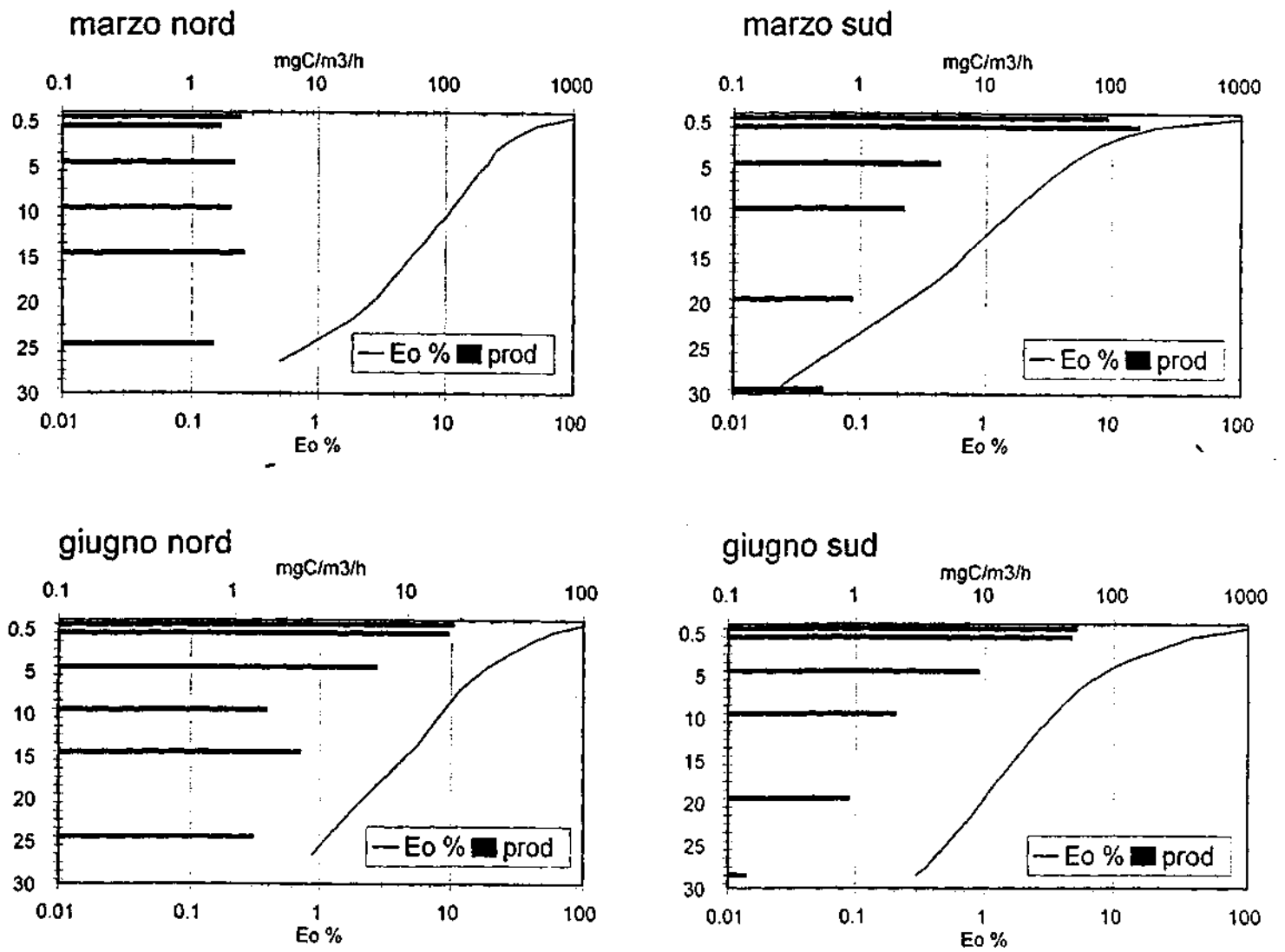


Fig. 3 - Distribuzione verticale della produttività primaria e dell'irradianza scalare.

Vertical distribution of primary productivity and scalar irradiance,

Summary

Primary productivity experiments and measurements on the irradiance field were performed at two stations in Northern Adriatic Sea, in March and June 1994, in relation to the density structure of the water column and to phytoplankton species composition. The two studied areas showed different features with regards to the distribution of thermohaline parameters, which influenced the structure of

the density field. From winter to spring a progressive increase of water column stratification occurred.

The different photoattenuation of the surface layer influenced the vertical distribution of attenuance: about 50% and 20-30% of incident irradiance, at 0.5 m depth, were observed, respectively in offshore and coastal stations. It was due to the different optical properties of the upper layers, causing a different penetration of the radiant energy into the deeper layers.

Phytoplankton species composition seemed to be influenced both from distribution of vertical turbulence and from irradiance field: the northern area was dominated by phytoflagellates, the southern one by diatoms. Primary production processes were influenced by the different Oceanographic features in the two areas. A winter maximum of primary productivity was found in surface diluted waters during a *Skeletonema costatum* bloom (160 $mgC/m^3/h$), while in the offshore station lower values were found (from 1 to 18 $mgC/m^3/h$).

Ringraziamenti

Si ringraziano i dr. Benedetta Cavalloni e Franco Bianchi, i sig. Antonio Locatelli e Giani Penzo per la collaborazione fornita a bordo della N.O. Umberto d'Ancona ed in laboratorio.

Bibliografia

EDLER L. (1979) - Recommendation on methods for marine biological study in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. *Baltic Marine Biologists Publ.,* 5: 1-38.

FRANCO P. (1983) - Distribuzione verticale della produttività primaria e struttura della colonna d'acqua nell'Adriatico settentrionale. *Atti V Congr. AIOL:* 515-524.

FRANCO P. (1984) - Fattori influenti sulla produttività primaria dell'Adriatico settentrionale. *Boll. Oceanol. teor. appl.,* 2: 125-140.

FRANCO P., MICHELATO A., (1992) - Northern Adriatic Sea: Oceanography of the basin proper and of the western coastal zone. *Science of Total Environment,* Suppl., Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam: 35-62.

STEEMANN-NIELSEN E. (1952) - The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer,* 18: 117-140.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 24-29

R. CASOTTI, M. RIBERA D'ALCALÀ, C. BOWLER

Stazione Zoologica "A. Dohrn", Villa Comunale - 80121 Napoli, Italy.

A MOLECULAR APPROACH TO THE STUDY OF PHOTOADAPTATION IN PHYTOPLANKTON. GENETIC TRANSFORMATION OF MARINE DIATOMS

UN APPROCCIO MOLECOLARE ALLO STUDIO DEL FOTOADATTAMENTO DEL FITOPLANCTON. TRASFORMAZIONE GENICA DI DIATOMEE

Abstract

We report preliminary results of the transformation of the diatom Thalassiosira weissflogii *with GUS as reporter gene. Transgenic diatoms can be very useful for studying the factors regulating gene. photoinduction. This, in turn, will provide insights into the molecular basis of photo adaptation of phytoplankton.*

Key-words: transgenic diatoms, light, gene expression, *Thalassiosira weissflogii.*

Introduction

Phytoplankton can physiologically acclimate to changes in irradiance. Photoadaptation maximizes light harvesting when photon densities are low and minimizes photooxidative damage to the photosynthetic machinery when light levels are high (Falkowski, 1980). Adaptation involves changes in cellular content of pigment protein complexes, ratios of the photosynthetic pigments, enzymes involved in carbon fixation, changes in cell volume, respiration and chemical composition. The molecular basis of all these changes are poorly understood, although photoadaptation is a major factor determining the functional relationship between photosynthesis and irradiance (Falkowski, 1980; Perry *et al,* 1981). This relationship, in turn, forms the basis for modelling the spatial and temporal distribution of primary production in the oceans, by means of satellite surface chlorophyll distribution (e.g. Platt and Sathyendranath, 1988).

Most of the research on the molecular mechanisms of photoadaptation has focused on the photoregulation of the light harvesting proteins (Sukenik *et al,* 1990), which form, together with accessory pigments, the light harvesting complexes (LHC). The LHC capture radiant energy and transfer that energy to the photosynthetic reaction centers where it is transformed and used for the production of ATP and reducing power. The major LHC in diatoms is a fucoxanthin-chlorophyll *a/c* complex (FCPC), of which fucoxanthin and chlorophyll c transfer light energy to the chlorophyll *a* molecule of the photosynthetic reaction center (e.g. Friedman and Alberte, 1987; Fawley and Grossman, 1986; Owens, 1986). Pigments are synthesized in the Chloroplast, while the LHC apoproteins are encoded in the nucleus, translated in the cytoplasm and transported into the Chloroplast where they are post¬ translationally modified. The mature protein becomes inserted into the thylakoid membrane and subsequently binds pigments.

In physiological studies, it is important to identify irradiance conditions (in

quality and quantity) inducing changes in gene expression. Among other methods, this can be done by obtaining transgenic diatom cells expressing light-inducible reporter gene constructs. A reporter gene is a marker gene coding for an easily detectable product. The gene is fused to the 5' regulatory regions of genes under study (Teeri *et al.,* 1989). Transgenic cells provide a very convenient and sensitive system for performing action spectra to determine the wavelengths that can activate the promoters we use to control expression of the reporter genes. The results will provide information on the type of photoreceptor(s) used by diatoms to perceive light inducing gene expression changes of LHC proteins. From these, one can try to dissect the signal transducing steps between light perception and gene expression.

Material and methods

Cultures of the diatom *Thalassosira weissflogii* (Provasoli-Guillard Center for Cultures of Marine Phytoplankton, WBoothbay Harbour, USA) were maintained at constant light (100 µE/m^2/sec^{-1}) at 20°C in f/2 medium (Guillard and Ryther, 1962). One week before transformation, 10^6 cells ca. were concentrated by centrifugation and spread onto the center of a f/2 agar (1%) plate. Cells were allowed to grow for one week in order to obtain an homogeneous layer on the agar surface..

DNA was introduced into algal cells by helium-driven microprojectile bombardment using a home-made particle inflow gun (PIG) (Dr. G. Neuhaus, University of Freiburg, Germany). Plasmid DNA was coated onto gold particles (1.5-3 µm no. 23658-5 particles from Aldrich) and the cells were bombarded following a protocol modified from the Bio-Rad-Dupont PDS/1000He instruction manual (Bio-Rad Laboratories, Hercules, USA). A burst pressure of 1100 psi ca. was used. The petri dish containing algal cells was placed 8 cm from the stopping screen, and the distance between the burst disk holder and the macrocarrier was 0.8 cm. Ten microliters of the DNA/particle suspension, containing 50 (µg/ml gold particles and 1 µg/ml plasmid DNA, was used for each transformation. After bombardment, the plates were incubated for 24 hours in dim light at 20°C to allow the cells to recover and express the foreign gene. After 24 hours, 1 ml of a solution of the substrate (0.3% X-Gluc: 5-bromo-4-chloro-3-indoyl b-D¬ glucuronide (Clontech, USA), 100 mM Na-phosphate pH 7, 10mM Na_2EDTA, 5mM potassium ferricyanide, 0.1% Triton X-100) was gently dropped on the cells and the plates were incubated at 37°C in the dark overnight. Plates were examined the following day with a Zeiss Axiophot microscope (Zeiss, Germany) to search for transformed cells, which show blue color inside the theca, due to the reaction between the product of GUS and the substrate.

To test for endogenous GUS activity, diatom cells were homogenized in a lysis buffer containing 50 mM Na-phosphate pH 7, 10mM Na_2EDTA, 0.1% Triton X-100, 0.1% Sarkosyl, 10mM b-mercaptoethanol (Jefferson *et al.,* 1987). For the GUS assay, the extraction buffer consisted of a solution of 50 mM Na-phosphate pH 7, 10mM Na_2EDTA, 0.1% Triton X-100, 10mM b-mercaptoethanol and 25mM para-nitrophenyl-glucuronide (Sigma). The derived para-nitrophenol was detected by measuring absorption at 405 nm.

The plasmid fcpCpGUS3', used for transformation is described in Fig. 1. This plasmid contains the GUS coding sequence from E. coli, along with 890 bp of

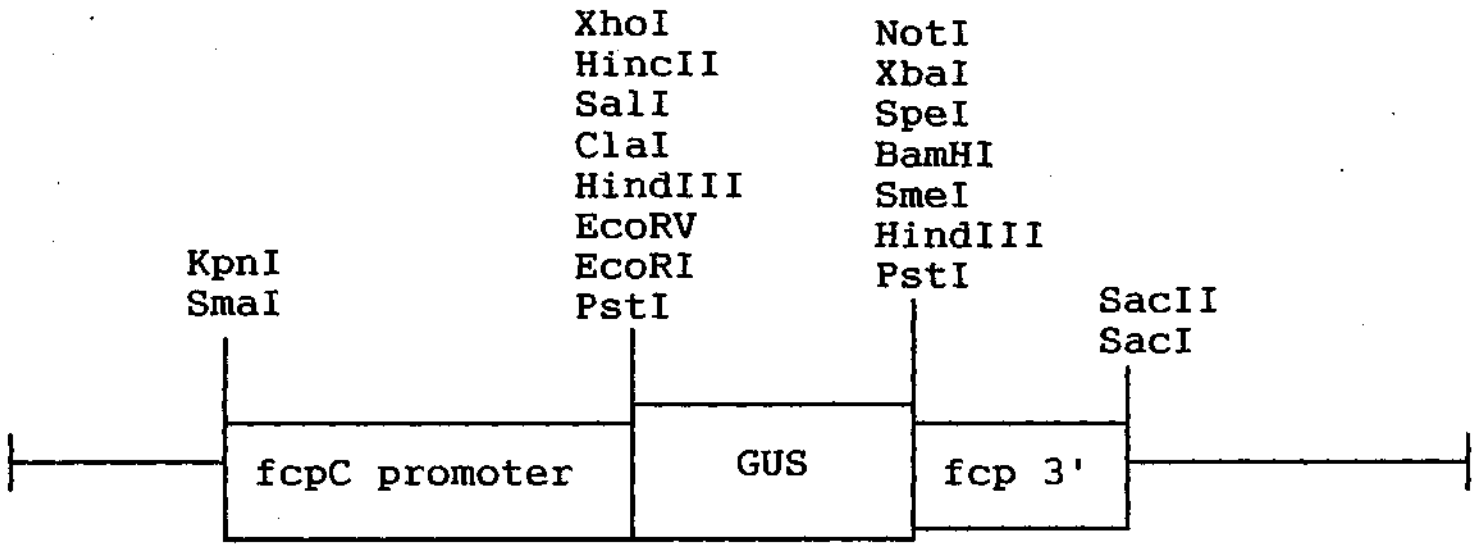


Fig. 1 - Restriction map of the chimeric gene pksfcpCpGUS3' used for transformation of *Thalassiosira weissflogii*.

Mappa di restrizione del gene chimerico pksfcpCpGUS3'usato per la trasformazione di *Thalassiosira weissflogii*.

5' sequence (containing the promoter region of the fcpC gene) and 230 bp of 3' sequence (containing the transcription termination sequences of the fcpA gene). This plasmid has been obtained by ligating the 1.9 kb GUS pstI fragment into pBluescript II SK (Stratagene). The 5' sequence was then ligated as a 890 bp Kpn-XhoI fragment, while the 3' sequence was ligated as a 230 bp NotI-SacII fragment. The GUS coding sequence was obtained from plasmid pSKGUS3C (courtesy of Dr. H. Yamagata), while the 5' and 3' sequences were obtained from the DNA of the diatom *Phaeodactylum tricornutum* by polymerase chain reaction (PCR). The PCR primers were designed based on the fcp sequences published by Bhaya and Grossman, (1993). For the 5' sequence. The forward primer had the sequence 5'-CTCTTTAGGTACCCGGGGTTG-3\ and the reverse primer had the sequence 5'-GCAGTCTCGAGTTTGTCGAAATG-3'. For the 3' sequence, the forward primer had the sequence 5'-TGGCGGCCGCAACAACTACC-3' and the reverse primer had the sequence 5'-GGCATCCGCGGTGAAGACGAGC-3\ The reaction mixture (50 µl) contained 10 mM Tris-HCl pH 8.3, 50 mM KCl, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.01% (w/v) gelatin, 0.25 mM dNTPs, 500 ng of each primer, and 2.5 units of DNA polymerase. The PCR cycle was: 94°C for 1', (94°C for 15", 50°C for 15", 72°C for 1') x 35 cycles, 72°C for 10'.

Results and discussion

For our studies, we have chosen diatoms as a model system, because they are very plastic organisms, common in all coastal seas and appear to be very successful in many environmental conditions. The high adaptability of photosynthesis in diatoms seems be the major cause of their ecological success in low and variable light environments (Owens, 1986). Therefore, they are key organisms in the ocean environment and warrant studies to determine their mechanisms of photoadaptation.

In order to transform diatoms, we based our work on the studies of Grossman *et al.* (1990), who first isolated and described the fcp genes from the diatom *Phaeodactylum tricornutum*. These genes encode light-harvesting proteins which show homology to the chlorophyll *a/b* binding proteins of higher plants. Bhaya and Grossman (1993) showed that the fcp genes, encoding the FCP proteins, are

a multigene family, including at least 6 genes probably derived by gene duplication, encoding very similar proteins. Based on the sequences published by the previous authors, we could design template oligonucleotides (primers) to allow DNA polymerase to amplify the regions containing the promoters of the six described fcp genes from the diatom *Phaeodactylum tricornutum,* as well as the 3' termination region of the fcpA gene. Although *Phaeodactylum tricornutum* is a pennate diatom, and *Thalassiosira weissflogii* is a centric, it is reasonable to think that gene regulatory regions from one should work in the other. Viral promoters for diatoms are not known and other commonly used plant or animal viral promoters, such as CaMV or 35S may not be functional in diatoms. We therefore cloned 6 promoter regions (fcpA-Fp) and fused them to several reporter genes and to the 3' end region from fcpA. These different combinations of fragments have all been inserted in the plasmid pBluescript II SK and we will test activity of these constructs in the near future.

A reporter gene is a gene whose expression can be easily monitored. As a first step, we used the (3-glucuronidase gene (GUS, EC 3.2.1.31) as reporter. GUS encodes a stable enzyme which catalyzes the cleavage of (3-glucuronides. Transformed cells become blue in the presence of the indigogenic substrate X-Gluc (Fig. 2).

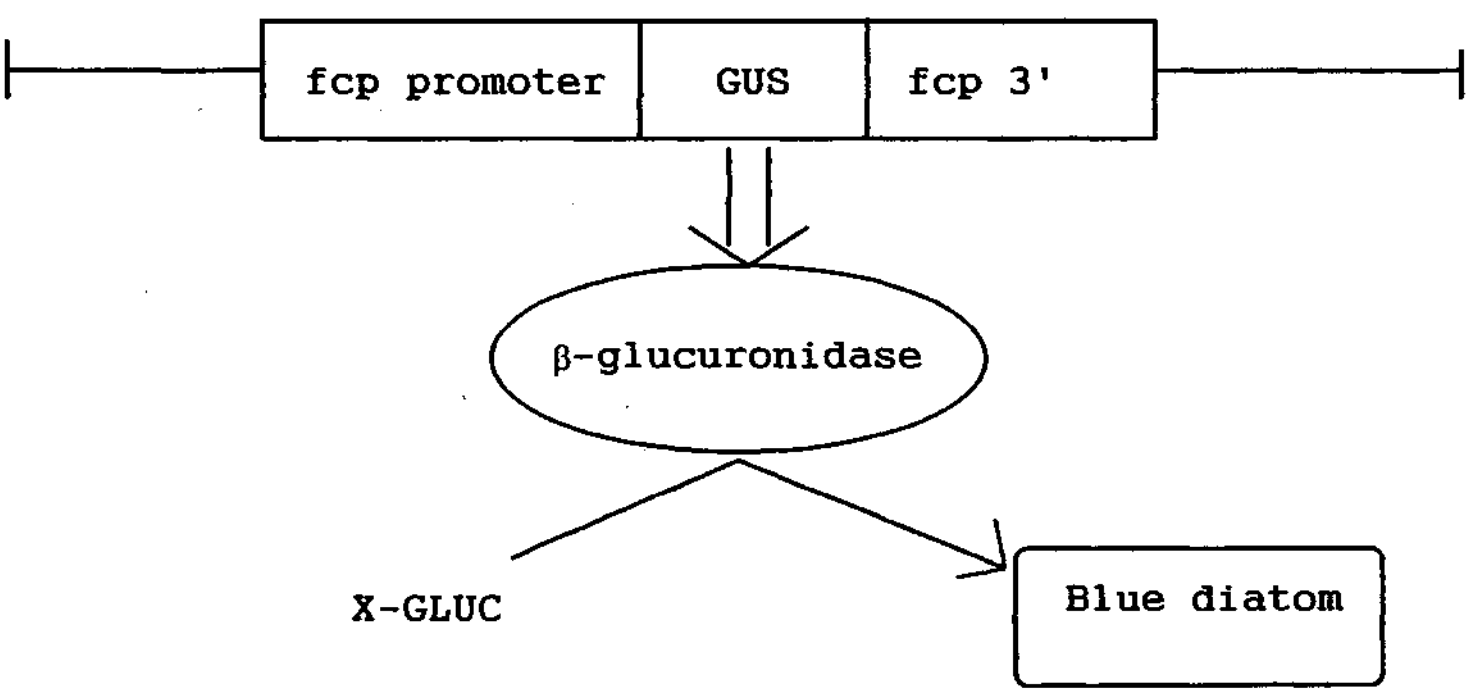


Fig. 2 - Schematic diagram showing the principles of the GUS assay. For details, refer to the text.

Schema del funzionamento del test GUS. Per maggiori dettagli riferirsi al testo.

In *Thalassiosira weissflogii,* transformed cells stained intensely with X-Gluc, showing blue color inside the thaeca. Endogenous activity was below the limits of detection, so that we could assay GUS gene expression against a zero background. Blue cells were therefore clearly visible compared to untransformed cells, which appeared brown as usuai (Fig. 3). The blue color appeared to be spread evenly inside the cytoplasm, although more precise experiments are needed to track its localization.

The proportion of blue cells in one plate was very low, indicating that the efficiency of transformation was poor, and that deeper understanding of the transformation mechanism is necessary in order to improve our protocol.

These preliminary results are very encouraging and suggest some considerations

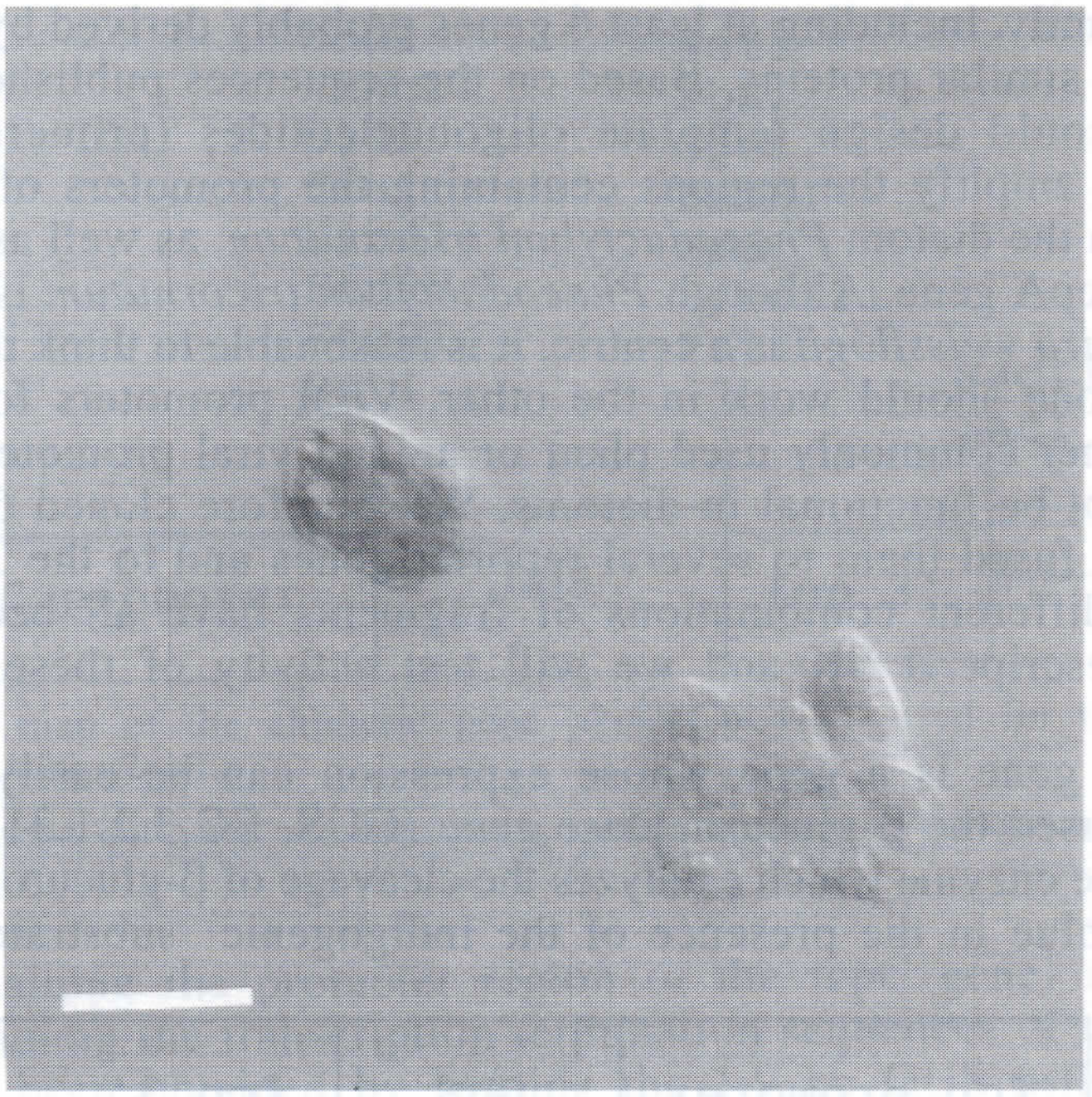


Fig. 3 - Transformation of *Thalassiosira weissflogii*. Transformed cells (left) stain blue, while untransformed cells (right) appear brown as usual .

Trasformazione di *Thalassiosira weissflogii*. Le cellule trasformate si colorano di blu (a sinistra), mentre le cellule non trasformate appaiono normalmente marroni (in basso a destra).

about future steps to undertake. The GUS assay is easy to perform (one needs only to add the substrate and incubate overnight at 37°C), simple (you look for blue cells using a microscope) and sensitive. Even a single GUS-positive cell can be detected on a plate only 48 hours following the transformation. Disadvantages are the fact that the assay kills the cells, so that it can only be used to test the transformation method. Also, since bacteria usually show endogenous GUS activity, it is essential to work with axenic cells, in order to avoid false positives.

Recently, Dunahay *et al.* (1995) have published results on the transformation of the diatoms *Cyclotella cryptica* and *Nitzschia saprophila.* These authors used the gene for neomycin phosphotransferase (nptII) as gene reporter, and transformants were selected based on their ability to grow in the presence of the antibiotic G418. With respect to GUS, the activity of this reporter gene is more tedious, difficult and expensive to assay. Although, this strategy allows the unequivocal identification of transformed cells, and the establishment of stable lines of transformed cells which can be used for further experiments.

For these reasons, once the transformation protocol is optimized, we will use constructs containing antibiotic-resistance genes. For our study, we have identified several antibiotics to which several diatoms are sensitive, and constructs are ready to be used. We will test several other diatoms and several genes as reporters, like the nptII and the gene for chloramphenicol acetylase (cat). The transformed cells will be the only ones able to grow in the presence of the antibiotics, and they will be easily isolated and used for gene expression experiments.

In conclusion, GUS can be used with success to test diatom transformation

protocols, because its assay is fast, easy and very sensitive. This first, fundamental step, has to be followed by the use of other reporter genes, whose assay is less sensitive, but do not require to kill the transformed cells.

Riassunto

Questo lavoro discute dell'utilità di un approccio molecolare allo studio del fotoadattamento nelle diatomee e presenta i primi risultati di esperimenti di trasformazione della diatomea *Thalassiosira weissflogii* con un costrutto che utilizza un promotore del gene *fcp* ed il gene GUS come gene reporter. Si discutono inoltre le prospettive future di un utile approccio per la sua applicazione allo studio della fotofisiologia del fitoplancton.

Acknowledgements

We thank Dr. Rossella De Simone for cultures set up and Dr. Christophe Brunet for critical reading of the manuscript.

References

BHAYA D., GROSSMAN A.R. (1993) - Characterization of gene clusters encoding the fucoxanthin chlorophyll proteins of the diatom *Phaeodactylum tricornutum. Nucleic Acids Res.,* 21 (19): 4458-4446.

DUNAHAY T.G., JARVIS E.E., ROESSLER P.G. (1995) - Genetic transformation of the diatoms *Cyclotella cryptica* and *Navicula saprophila. J. Phycol.,* 31: 1004-1012.

FALKOWSKI P.G. (1980) - Light-shade adaptation in marine phytoplankton. In *Primary Production in the Sea.* P.G. Falkowski Ed.: 99-119.

FAWLEY M.W., GROSSMAN A.R. (1986) - Polypeptides of light-harvesting complexes of the diatom *Phaeodactylum tricornutum* are synthesized in the cytoplasm of the cell as precursor. *Plant Physiol.,* 81: 149-155.

FRIEDMAN A.L., ALBERTE R.S. (1984) - A diatom light-harvesting pigment protein complex. Purification and characterization. *Plant Physiol.,* 76: 483-489.

GROSSMAN A., MONODORI A., SNYDER D. (1990) - Light-harvesting proteins of diatoms: Their relationship to the chlorophyll a/b binding proteins of higher plants and their mode of transport into plastids. *Mol. Gen. Genet.,* 224: 91-100.

GUILLARD R.R.L., RYTHER J.H. (1962) - Studies of marine plankton diatoms. I. *Cyclotella nana* (Hustedt) and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. J. Microbiol,* 8: 229-239.

JEFFERSON R.A., KAVANAGH T.A., BEVAN M.W. (1987) - GUS fusions: b-glucuronidase as a sensitive and versatile gene fusion marker in higher plants. *EMBO Journal,* 6 (13): 3901-3907.

OWENS T.G. (1986) - Light harvesting function in the diatom Phaeodactylum tricornutum II. Distribution of excitation energy between the two photosystems. *Plant Physiol,* 80: 739-746.

PERRY M.J., TALBOT M.C., ALBERTE R.S. (1981) - Photoadaptation in marine phytoplankton: response of the photosynthetic unit. *Mar. Biol,* 62: 91-101.

PLATT T., SATHYENDRANATH S. (1988) - Oceanic primary production: estimation by remote sensing at local and regional scales. *Science,* 241: 1613.

SUKENIK A., BENNET J., MORTAIN-BERTRAND, FALKOWSKI P.G. (1990) - Adaptation of the photosynthetic apparatus to irradiance in *Dunaliella tertiolecta. Plant Physiol,* 92: 891-898.

TEERI T.H., LEHVÄSLAIHO H., FRANCK M, UOTILA J., HEINO P., PALVA E.T., VAN MONTAGU M., HERRERA-ESTRELLA L. (1989) - Gene fusions to *lacZ* reveal new expression patterns of chimeric genes in transgenic plants. *EMBO J.,* 8 (2): 343-350.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 30-33

C. CERRANO, G. BAVESTRELLO, R. CATTANEO-VIETTI

Istituto di Zoologia dell'Università, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italy.

LIGHT INFLUENCE ON PLANULAE EMISSION AND SETTLEMENT IN *EUDENDRIUM GLOMERATUM* (CNIDARIA, HYDROZOA)

RUOLO DELLA LUCE NELL'EMISSIONE E INSEDIAMENTO DI PLANULE DI *EUDENDRIUM GLOMERATUM* (CNIDARIA, HYDROZOA)

Abstract

The role of light on planulae emission and settlement in Eudendrium glomeratum *(Cnidaria, Hydrozoa) was investigated. The obtained data indicate that light exposure is necessary to allow the eggs etching and to stimulate the larval settlement and metamorphosis.*

Key-words: light, hydroids, planulae emission and settlement, symbiosis.

Introduction

The life cycle of most cnidarians includes a planula larval stage. In Hydrozoa, many species possess a planula with a limited repertoire of behaviours which are directed by various types of environmental cues (Boero, 1984; Gili & Hughes, 1995). In the Eudendriidae, a medusa stage is lacking and their planula, released from sessile gonophores, represents the only dispersive stage (Bouillon, 1985; Sommer, 1992).

The biology of the species belonging to the genus *Eudendrium* is strongly influenced by light intensity. In fact irradiance and water temperature are the factors determining the annual cycle of these species (Rossi, 1964; Arillo *et al.*, 1989; Bavestrello and Arillo, 1992).

In the Ligurian Sea *Eudendrium glomeratum* Picard, 1952 is one of the major components of hard-bottom sessile zoobenthos in the cold season. From October to December, its fertilised eggs develop in groups of about 10, fixed to a rudimentary polyp by the spadix (Boero *et al.*, 1986). After its release, the planula lives free for some time, then settles onto the substrate, both near the mother colony (Wasserthal and Wasserthal, 1973) and directly on the neighbouring colonies (Bavestrello and Cerrano, 1992), and metamorphoses into a primary polyp (Sommer, 1992).

The object of this paper is to study, under laboratory conditions, planula release and settlement by evaluating the influence of light on the first period of the life of the colony.

Material and methods

Colonies of *E. glomeratum*, living at 25 m depth on the rocky cliff of the Portofino Promontory (Ligurian Sea, Italy), were collected in November 1994 and 1995 during the breeding season.

Larvae were obtained by collecting mature female colonies carrying fertilized eggs.

To evaluate the influence of light on larval emission, 400 eggs were reared in four cupping-glass (100 for each one) with 200 cc of filtered seawater. They were maintained both in dark and in light conditions, at the same temperature of the sea water in that season (15°C).

The lighted cups were checked daily, while those darkened by silver paper were examined after 24 h, 48 h and 72 h for a total period of two weeks. Sea-water (salinity 36 ‰) was changed in each cupping-glass every three days.

The influence of light on larval settlement was examined rearing 600 planulae in six cupping-glass (100 for each), half of them in dark and the other half in light conditions. Examination of the samples was conducted daily for one week.

Results

The eggs, maintained in light condition and checked daily, showed a total percentage of hatching of about 98% within 14 days, with an average daily rate of escape of 7 ± 2.4. In the same period, the darkened eggs checked every 24 h, 48 h and 72h, revealed a total percentage of larval release of 86, 82 and 78% respectively (Fig. 1). The escaping daily rates under these conditions were 6.4 ± 2.1, 5.5 ± 2.9 and 6.1 ± 2.5 respectively. Newly born planulae were strongly photophilic and concentrated in the most lighted zone of the cups.

In the obscured cupping-glass the larval release was observed within the span of ten minutes from the cup opening; until this moment no larvae were present in the water (Fig. 1).

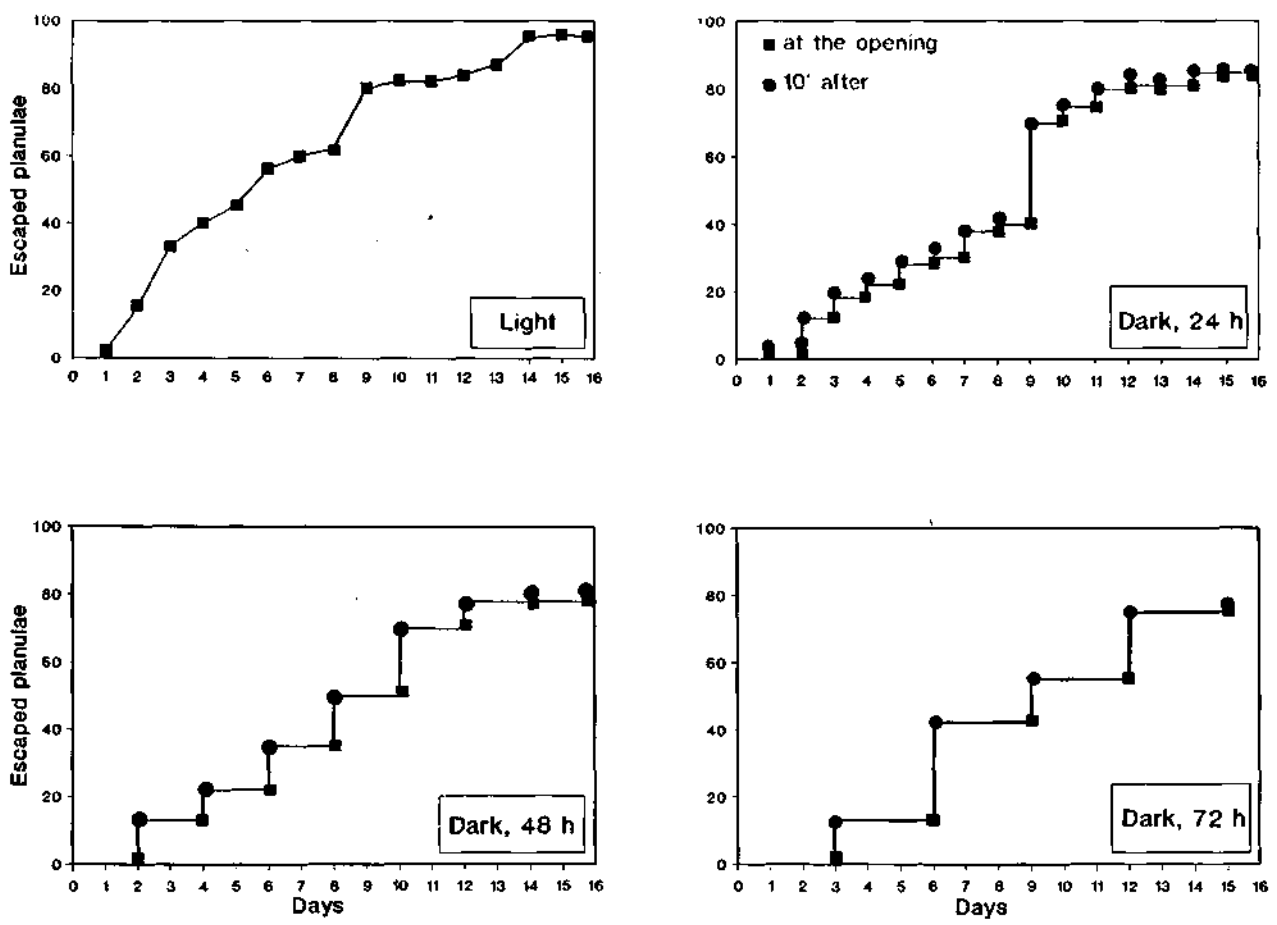


Fig. 1 - Planulae emission in four sets of 100 eggs reared in light and dark conditions. The dark reared eggs were checked each 24, 48 and 72h respectively.

Emissione delle planule in quattro lotti di uova allevate sia alla luce sia al buio. Le uova allevate al buio sono state controllate ad intervalli di 24, 48 e 72 ore.

The planulae reared under light condition revealed an average percentage of settlement after five days of 100%, while only the 62% of those reared under dark condition settled in one week (Fig. 2).

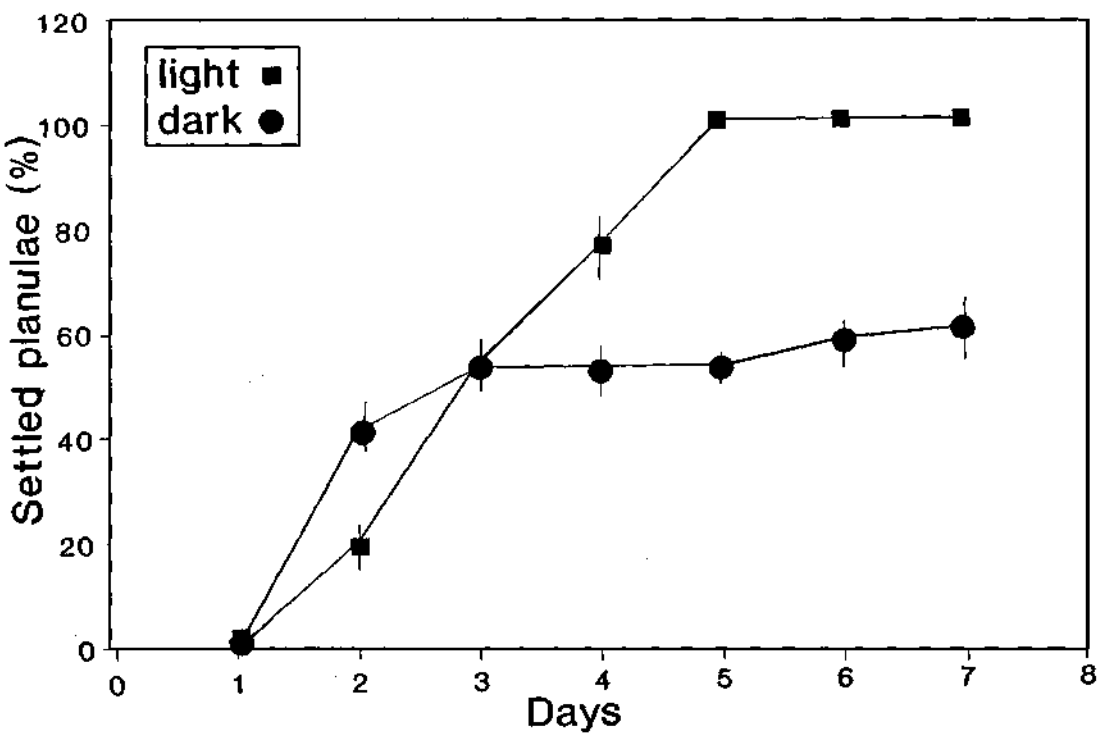


Fig. 2 - Settling of planulae reared in light and dark conditions. Each point is the average ± std of three replicas.

Insediamento di planule allevate sia alla luce sia al buio. Ogni punto rappresenta la media ± dst di tre repliche.

Discussion

These data indicate that light strongly influences not only the annual cycle of the colonies of *E. glomeratum* (Bavestrello & Arillo, 1992) but also the first developmental stages related to sexual reproduction.

Firstly, light is necessary to trigger the egg hatching. Eggs reared in dark for three days do not released any planula but few minutes of light exposure were enough to break out the hatching reaction.

In this way, we can assume that for this species light is indispensable to start the release of planulae if specimens live in darkness, but no alternation with darkness is needed if they live at light, differently to that observed in *Hydractinia* and *Halocordyle,* for which the alternation light/dark is required (Backer, 1936; Ballard, 1924).

The daily escaping rate is similar in all the tests suggesting the following evidences: (i) the development of the larva within the egg probably requires a defined span of time; (ii) darkness stops the egg etching but not larval development.

Moreover, light is important in determining the settling and metamorphosing of the planulae. Darkness reduces the settling ability delaying the metamorphosis of larvae, as the paucity of idoneous substrata does (Chia & Bickell, 1978).

In this species the scarce activity of the planulae reared under dark condition, is in accordance with data on *Clava squamata* (Williams, 1965) where the typical response to darkness is contraction and loss of motility.

The contrast between the positive responses to light during the first periods of the biological cycle of this species and the opposite ones on adult colonies (Bavestrello & Arillo, 1992) is puzzling. It is possible that a role is played by simbyotic zooxanthellae: they may represent an important energy source during the non-feeding larval stage but the increasing in photosinthetic activity due to spring irradiance may cause a surplus of free radicals inconsistent with the life of the specimens.

Riassunto

Allevando in condizioni sperimentali gonofori e planule di *E. glomeratum* sia alla luce sia al buio, è stato possibile evidenziare un'importante influenza di questo parametro sui primi stadi di vita delle colonie. In particolare l'esposizione alla luce è indispensabile per consentire la schiusa delle uova e stimolare l'insediamento e la metamorfosi delle larve.

References

ARILLO A., BAVESTRELLO G., BOERO F. (1989) - Circannual cycle and oxygen consumption in *Eundendrium glomeratum* (Cnidaria, Anthomedusae): studies on shallow water population. *P.S.Z.N.I Mar. Ecol.,* 10: 289-301.

BAKER E. (1936) - Photoperiodicity in the spawning reaction of *Pennaria tiarella. Mc Cr. Proc. Indiana Acad. Sci.,* 45: 251-252.

BALLARD W. (1942) - The mechanism of synchronous spawning in *Hydractinia* and *Pennaria. Biol. Bull.,* 82: 329-339.

BAVESTRELLO G., CERRANO C. (1992) - Aggregate colonies in *Eudendrium glomeratum* Picard 1952 (Cnidaria, Hydrozoa, Anthomedusae). *Sci. Mar.,* 56: 333-335.

BAVESTRELLO G., ARILLO A. (1992) - Irradiance, temperature and circannual cycle of *Eudendrium glomeratum* Picard (Cnidaria, Hydrozoa). *Boll. Zool.* 59: 45-48.

BOERO F. (1984) - The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: a review. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.,* 5: 93-118.

BOERO F., BALDUZZI A., BAVESTRELLO G., CAFFA F., CATTANEO-VIETTI R. (1986) - Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino Promontory (Ligurian sea). *Mar.* Biol., 92: 81-85.

BOUILLON J. (1985) - Essai de classification des Hydropolypes-Hydroméduses (Hydrozoa-Cnidaria). *Indo-Malayan Zool.,* 1: 9-243.

CHIA F.S., BICKELL (1978) - Mechanisms of larval attachment and the induction of settlement and metamorphosis in Coelenterates: a review. In: *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae.* Chia F.S., Rice M.E. (eds.), Elsevier, New York: 1-12.

GILI J.M., HUGHES, R.G. (1995) - The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanog. Mar. Biol Ann. Rev.,* 33: 351-426.

ROSSI L. (1964) - Fattori ecologici e accrescimento in colonie di *Eudendrium racemosum* (Gmelin). *Boll. Zool,* 31: 891-904.

SOMMER C. (1992) - Larval biology and dispersal of *Eudendrium racemosum* (Hydrozoa, Eudendriidae). In: *Aspects of hydrozoan biology.* Bouillon J., Boero F., Cicogna F., Gili J.M., Hughes G. (eds.). *Sci. Mar.,* 56 (2-3): 205-211.

WASSERTHAL L. T., WASSERTHAL, W. (1973) - Ökologische Bedeutung der Schleimsekretion bei den Planula-Larven der Hydroidengattung *Eudendrium. Mar. Biol,* 22: 341-345.

WILLIAMS G.B. (1965) - Observations on the behaviour of the planulae larvae of *Clava squamata. J. mar. biol Ass. U.K.,* 45: 257-273.

Contributions: this work was supported by MURST 60 and 40% funds.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 34-43

G. CORRIERO, L. SCALERA LIACI, M. GRISTINA*, S. RIGGIO**, M. MERCURIO

Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari,
Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.
*I.T.P.P. - C.N.R., Mazara del Vallo (TP), Italia.
**Ist. di Zool. ed Anat. Comp. dell'Università di Palermo, Italia.

COMPOSIZIONE TASSONOMICA E DISTRIBUZIONE DELLA FAUNA A PORIFERI E BRIOZOI IN UNA GROTTA SEMISOMMERSA DELLA RISERVA NATURALE MARINA "ISOLA DI USTICA"

TAXONOMIC COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF PORIFERA AND BRIOZOAN FAUNA IN A SEMISUBMERGED CAVE FROM THE NATURAL MARINE RESERVE "ISOLA DI USTICA"

Abstract

Forty-four species of Porifera and 27 species of Bryozoa have been recorded from a semisubmerged cave at Ustica Island (Tyrrhenian Sea). Both species number and covering values show an increment from the opening to the middle of the cave, while they markedly decrease in its innermost portion. The relationship between the observed distributional pattern and the major environmental factors is discussed.

Key-words: Porifera, Bryozoa, marine caves, Ustica Island, Tyrrhenian Sea.

Introduzione

Le grotte marine sono fra le emergenze naturalistiche più suggestive ed interessanti della Riserva Marina di Ustica. Data la natura vulcanica dell'isola, la loro origine e morfologia è varia, e tale varietà si riflette sulla qualità e distribuzione dei popolamenti che ospitano.

Nel quadro delle indagini proposte per fornire una conoscenza di base della Riserva Marina, è stato ritenuto di interesse primario uno studio sistematico ed ecologico della fauna a Poriferi e Briozoi di una tra le più estese grotte di superficie dell'isola: la Grotta Verde.

Vengono quindi approfondite le conoscenze sulla composizione specifica dei popolamenti del macrozoobenthos negli ambienti di grotta semisommersa, indagate la loro distribuzione qualitativa e quantitativa, nonché esaminati gli effetti delle variazioni dell'intensità luminosa e dell'energia idrodinamica sulla distribuzione di questi organismi.

Materiali e metodi

La Grotta Verde è una delle numerose cavità semisommerse poste lungo il versante meridionale dell'isola di Ustica. L'ingresso ha una larghezza di circa 15 m; la volta è alta circa 1,5 m sul livello del mare. La grotta ha una lunghezza media di 25 m; la sua parte immersa ha una larghezza minima di 7 m, e massima di 20 m. La profondità raggiunge i 7 m all'ingresso, poi va degradando verso l'interno, dove, in prossimità dei massi affioranti, è di circa 0,2 m (Fig. 1).

Le stazioni di campionamento sono state poste lungo la parete occidentale della grotta, a partire dall'imboccatura fino alla parte più interna, distanziate di 3 metri

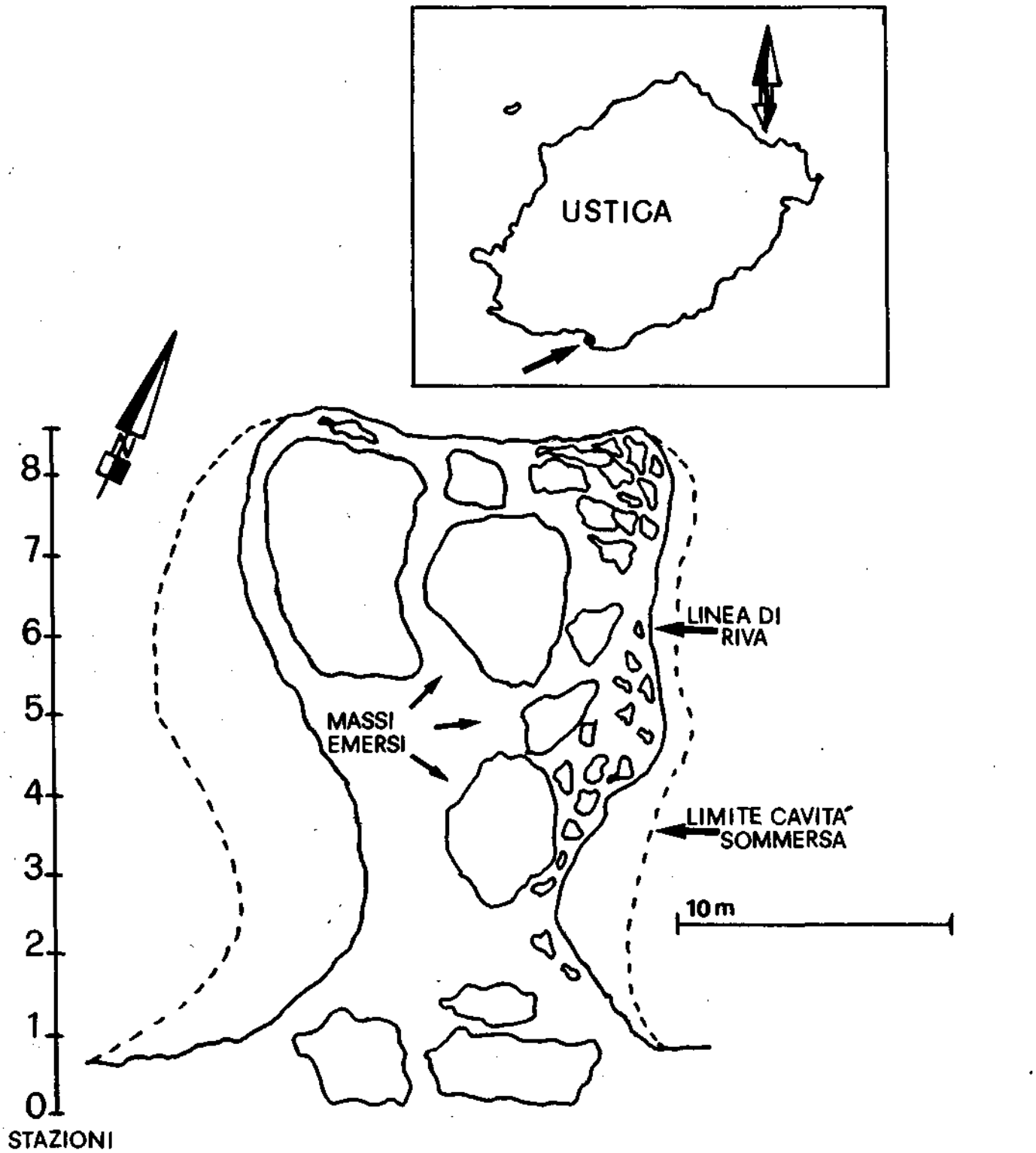


Fig. 1 - Ubicazione topografica e pianta della Grotta Verde dell'Isola di Ustica; le stazioni di campionamento (0-8) sono riportate lateralmente.

Topographic location and map of the Grotta Verde in Ustica island; the sampling stations (0-8) are reported sideways.

l'una dall'altra, alla profondità di circa 1 metro. E' stata fissata, inoltre, una stazione di confronto esterna alla grotta. La superficie da campionare (due aree di 400 cm^2 per ogni stazione) è stata preventivamente fotografata allo scopo di ottenere anche dati di ricoprimento del substrato. Sono stati inoltre rilevati i valori d'illuminazione ed idrodinamismo dei siti di campionamento. Le misure di intensità luminosa all'interno della grotta e nella stazione esterna sono state effettuate in una giornata di cielo sereno in condizioni di massima insolazione. Mediante un luxometro QSI submarine è stato misurato il flusso fotonico scalare espresso in

quanti di luce. I valori ottenuti sono stati trasformati in valori percentuale ponendo uguale a 100 la radiazione luminosa registrata ad 1 metro di profondità nella stazione esterna. Le misure dell'idrodinamismo all'interno della grotta e nella stazione esterna sono state effettuate in assenza di vento ed in condizioni di mare calmo utilizzando il metodo delle sfere di gesso. In ognuna delle stazioni è stata immersa per 24 ore una serie di 3 sfere, ognuna del peso di circa 12 g, il cui consumo differenziato (valutato come differenza percentuale in peso secco dopo l'immersione) è in relazione all'intensità e frequenza del moto ondoso e della turbolenza (Muss, 1968; Balduzzi *et al,* 1989).

Risultati

I valori di penetrazione della luce indicano una repentina caduta dell'intensità luminosa già a partire dall'imboccatura (stazione 1), dove giunge circa il 32% della radiazione solare (Tab. 1). Nella stazione successiva l'intensità luminosa si attenua ulteriormente raggiungendo valori prossimi al 4%. Procedendo ancora verso l'interno, la radiazione luminosa si attesta su valori compresi tra 1,57% (stazione 3) e 0,005% (stazione 5), ed a partire dalla stazione 6, si porta su valori non leggibili dallo strumento.

L'idrodinamismo (Tab. 1) mostra un andamento abbastanza omogeneo nella parte iniziale della grotta, (stazioni 1-2) con valori relativamente simili a quello misurato nella stazione esterna. Nella rimanente parte della grotta, l'idrodinamismo decresce portandosi su valori compresi tra il 47% ed il 42% circa, senza che sia possibile evidenziare un preciso gradiente.

Tab. 1 - Misure d'intensità luminosa (flusso fotonico scalare) ed idrodinamismo all'esterno ed all'interno della Grotta Verde. L'intensità luminosa è stata misurata il 21-08-1995 dalle ore 13,00 alle ore 13,50 in condizioni di mare calmo e cielo sereno; il 100% del flusso fotonico ad 1 metro di profondità era uguale a 1384,98 $mE^{-2}s^{-1}$. L'idrodinamismo è stato misurato dalle ore 12,00 del 21-08-1995 alle ore 12,00 del 22-08-1995, in condizioni di mare calmo; il peso medio (g) delle 27 sfere di gesso immerse era uguale a 12,8±0,55.

Light intensity (scalar light flux) and water movement measures outside and inside the Grotta Verde. Light intensity was measured on the 21st August 1995, from 1 o'clock p.m. till 1,50 p.m., in calm sea and clear sky conditions; 100% of light flux at 1m depth was equal to 1384,98 $mE^{-2}s^{-1}$. Water movement was measured from 12 o'clock p.m. of the 21st August 1995 till 12 o'clock of the 22nd August 1995, in calm sea conditions; the medium weight (g) of the 27 immersed plaster balls was equal to 12,8±0,55.

STAZ	DISTANZA DALLA IMBOCCATURA (m)	INTENSITA' LUMINOSA (%)	IDRODINAMISMO (sfere di gesso) Peso prima dell'immersione (valore medio in g)	Decremento dopo l'immersione (valore medio in g)	Decremento (%)
0	ESTERNO	100	12,50 ± 0,41	7,11 ± 0,92	56,8
1	0	32,2	13,38 ± 0,36	6,79 ± 0,59	50,7
2	3	4,48	13,21 ± 0,35	6,93 ± 0,28	52,5
3	6	1,57	12,39 ± 0,44	5,79 ± 0,71	46,7
4	9	0,017	12,69 ± 0,46	5,48 ± 0,61	43,2
5	12	0,005	12,31 ± 0,43	5,43 ± 0,59	44,1
6	15	0,000	13,17 ± 0,71	5,59 ± 0,67	42,4
7	18	0,000	13,02 ± 0,63	5,71 ± 0,62	43,8
8	21	0,000	12,59 ± 0,34	5,65 ± 0,25	44,9

Il popolamento a Poriferi all'interno della Grotta Verde (Tab. 2) è caratterizzato da un numero di specie relativamente alto (44) fra le quali domina un contingente tipico di ambienti superficiali poco illuminati: differenti specie di Spirastrellidae, *Agelas oroides* e la forma digitata di *Petrosia ficiformis.*

Nella porzione più interna della grotta prevalgono specie considerate tipicamente troglobie, quali: *Petrobiona massiliana* e *Merlia normani.*

Da un punto di vista sistematico va segnalato il rinvenimento di una specie appartenente al genere *Didiscus,* nuova per la scienza (Corriero, Scalera Liaci e Pronzato, in preparazione).

Tab. 2 - Lista delle specie di Poriferi e loro distribuzione nelle stazioni di campionamento. (0) stazione esterna; (1-8) stazioni interne alla Grotta Verde.

Sponge distribution at the external station (0) and inside the Grotta Verde (stations 1-8).

		N° Stazioni e distanza dall'apertura (metri dall'ingresso)								
	Poriferi	0	1 0	2 3	3 6	4 9	5 12	6 15	7 18	8 21
1	*Clathrina coriacea* (Montagu)			+						
2	*Clathrina rubra* Sarà				+		+			
3	*Sycon ciliatum* Schmidt		+	+			+			
4	*Petrobiona massiliana* Vacelet & Lévi								+	+
5	*Oscarella lobularis* (Schmidt)					+		+		
6	*Erylus euastrum* (Schmidt)					+	+			
7	*Geodia cydonium* (Jameson)					+		+		
8	*Dercitus plicatus* (Schmidt)					+	+			
9	*Jaspis jonsthonii* (Schmidt)	+	+	+	+	+	+		+	
10	*Prosuberites epiphytum* (Lamarck)								+	+
11	*Terpios fugax* Duchassaing & Michelotti		+	+	+	+				
12	*Spirastrella cunctatrix* Schmidt		+	+	+	+				
13	*Alectona millari* Carter			+	+		+	+		+
14	*Cliona vastifica* Hancock					+	+		+	
15	*Cliona viridis* (Schmidt)	+	+		+					
16	*Cliona celata* Grant	+	+							
17	*Thoosa mollis* Volz					+				
18	*Aaptos aaptos* (Schmidt)							+		+
19	*Tethya aurantium* (Pallas)					+				
20	*Chondrilla nucula* Schmidt	+								
21	*Chondrosia reniformis* Nardo	+	+	+	+	+	+		+	
22	*Placospongia decorticans* (Hanitsch)								+	
23	*Diplastrella bistellata* (Schmidt)					+	+	+	+	
24	*Timea stellata* (Bowerbank)				+	+				
25	*Timea fasciata* Topsent							+		
26	*Didiscus* sp.		+			+	+	+		
27	*Acanthella acuta* Schmidt				+					
28	*Axinella verrucosa* (Esper)						+			
29	*Axinella damicornis* (Esper)					+	+			
30	*Agelas oroides* (Schmidt)				+	+	+			
31	*Merlia normani* Kirkpatrick					+	+	+	+	
32	*Batzella inops* (Topsent)	+	+							
33	*Crambe crambe* (Schmidt)	+	+	+						
34	*Lissodendoryx isodictyalis* (Carter)					+	+			
35	*Myxilla rosacea* (Lieberkuhn)					+		+		
36	*Tedania anhelans* (Lieberkuhn)	+								
37	*Phorbas tenacior* (Topsent)			+	+	+				
38	*Dendroxea adumbrata* Corriero *et al.*			+						
39	*Reniera sarai* Pulitzer-Finali				+		+			
40	*Petrosia ficiformis* (Poiret)				+	+	+	+	+	+
41	*Spongia virgultosa* (Schmidt)				+	+				
42	*Cacospongia scalaris* Schmidt	+						+		
43	*Ircinia spinosula* (Schmidt)		+							
44	*Ircinia variabilis* Schmidt				+	+	+			
45	*Dysidea fragilis* (Montagu)			+						
46	*Pleraplysilla minchini* Topsent					+	+			
	TOT. SPECIE	**9**	**11**	**11**	**15**	**24**	**19**	**11**	**9**	**5**

Il popolamento a Briozoi della Grotta Verde (Tab. 3) è rappresentato complessivamente da 27 specie. La maggior parte di esse, rinvenute nella porzione mediana ed interna della grotta, è costituita da forme tipicamente sciafile con zoario crostoso tra le quali abbondano le colonie di *Celleporina caminata.* Il contingente di specie rinvenuto nelle stazioni più vicine all'imboccatura della grotta appare, invece, caratterizzato da forme euriecie con portamento eretto e/o reptante quali *Aetea* spp., *Crisia* spp., *Scrupocellaria reptans.*

Tab. 3 - Lista delle specie di Briozoi e loro distribuzione nelle stazioni di campionamento. (0) stazione esterna; (1-8) stazioni interne alla Grotta Verde.

Bryozoan distribution at the external station (0) and inside the Grotta Verde (stations 1-8).

		N° Stazioni e distanza dall'apertura (metri dall'ingresso)								
	Briozoi	0	1 0	2 3	3 6	4 9	5 12	6 15	7 18	8 21
1	*Aetea anguina* (L.)	+	+	+	+	+	+	+		
2	*Aetea truncata* (Landsborough)	+	+							
3	*Amathia lendigera* (L.)	+	+							
4	*Bugula fulva* Ryland				+	+	+			
5	*Caberea boriy* (Audouin)	+	+							
6	*Celleporina caminata* (Waters)			+	+	+	+			
7	*Celleporina* sp.					+	+			
8	*Chlidonia piriformis* (Bertoloni)		+		+	+	+			
9	*Crassimarginatella solidula* (Hincks)				+	+	+			
10	*Cribrilaria innominata* (Couch)					+	+	+	+	+
11	*Crisia* sp. 1	+	+	+						
12	*Crisia* sp. 2		+	+	+	+	+	+	+	
13	*Entalophoroecia* sp.	+	+		+	+				
14	*Escharina vulgaris* (Moll)				+	+	+			
15	*Fenestrulina malusii* (Audouin)			+	+					
16	*Haplopoma graniferum* (Johnston)			+	+					
17	*Microporella coronata* (Audouin)					+	+	+		
18	*Mollia patellaria* (Moll)	+	+	+						
19	*Myriapora truncata* (Pallas)			+	+	+	+			
20	*Plagioecia* sp.						+			
21	*Reptadeonella violacea* (Johnston)				+	+				
22	*Rhynchozoon bispinosum* (Johnston)				+	+				
23	*Rhynchozoon* sp.			+	+	+	+			
24	*Schizomavella auriculata* (Hassal)				+	+	+			
25	*Schizoporella longirostris* Hincks					+				
26	*Scrupocellaria macrorhynca* (Gautier)		+							
27	*Scrupocellaria reptans* (L.)	+	+	+						
28	*Watersiipora subovoidea* (d'Orbigny)	+								
	TOT. SPECIE	**9**	**11**	**10**	**15**	**17**	**14**	**4**	**2**	**1**

Complessivamente, procedendo dall'imboccatura verso l'interno della grotta, si riscontra un iniziale aumento del numero di specie che passano dalle 22 della stazione 1, alle 41 della stazione 4, posta a 9 metri dall'ingresso (Fig. 2). Procedendo ancora verso l'interno della grotta si assiste ad un progressivo decremento del numero di specie fino alla stazione più interna (8) dove sono presenti soltanto 6 specie (Fig. 2). I trend distribuzionali ricavabili dall'esame separato dei due popolamenti, non si discostano in maniera significativa da quello complessivo.

L'analisi fattoriale delle corrispondenze, elaborata sui dati di presenza/assenza, evidenzia una distribuzione a "nube parabolica" (Fresi e Gambi, 1982) dei punti-specie e dei punti-stazione (Fig. 3). Tale disposizione è frequente nelle variazioni in composizione del popolamento associate a gradienti ambientali marcati e si

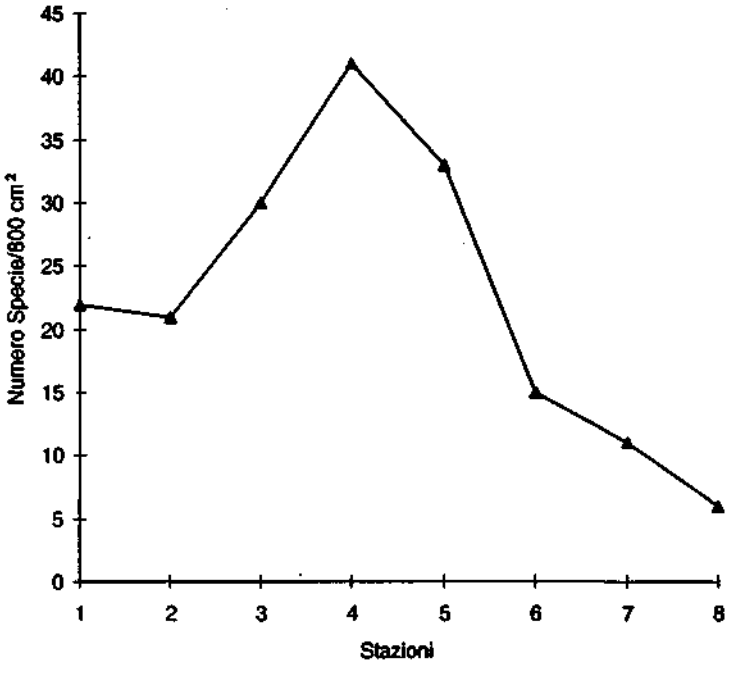


Fig. 2 - Ricchezza specifica (Poriferi e Briozoi) nelle 8 stazioni di campionamento della Grotta Verde.

Specific richness (sponges, bryozoans) from the sampling stations of the Grotta Verde.

può spiegare con l'elevato ricambio delle specie lungo la serie esaminata (Benzecri *et al.,* 1973). Nel caso della Grotta Verde, il primo asse intercetta il fattore strutturante principale, che è rappresentato dal gradiente esterno-interno, mentre il fattore intercettato dal secondo asse è funzione del primo.

Questo secondo fattore, che appare di difficile interpretazione, è in ogni caso legato al set di parametri che variano tra l'ingresso ed il fondo della grotta (luminosità, idrodinamismo, ecc.). Per entrambi i taxa esaminati, la varianza complessiva spiegata dal 1° e dal 2° asse (circa il 55%), è risultata significativa al test di Frontier. I dati relativi ai Poriferi evidenziano una maggiore separazione delle stazioni di ingresso (1,2) da quelle intermedie della grotta (4,5 ed, in misura minore, 3) con le stazioni più interne abbastanza distanziate tra loro. Per quanto riguarda i Briozoi, la principale differenza consiste in una minore dispersione delle stazioni 2-5 lungo il 2° asse che risultano ben separate dalle rimanenti.

I valori di ricoprimento del substrato dei popolamenti a Poriferi e Briozoi mostrano un progressivo aumento dalla prima alla terza stazione della grotta (Fig. 4). Nella stazione 4, il ricoprimento del substrato aumenta bruscamente portandosi intorno all'80%.

La massima superficie di substrato ricoperta dalle due componenti del macrozoobenthos è osservabile nelle stazioni 5 e 6 dove vengono raggiunti valori di ricoprimento prossimi al 90%. A partire da queste stazioni i valori di ricoprimento diminuiscono bruscamente portandosi intorno al 27% nelle stazioni più interne (Fig. 4), dove ampie chiazze di substrato non sono colonizzate da alcun macrorganismo.

L'indice rango/abbondanza (Fig. 5) mostra come nelle stazioni prossime all'imboccatura (1-3) i Briozoi (ed in particolare: *Entalophoroecia* sp., *Mollia patellaria, Myriapora truncata)* occupino, rispetto ai Poriferi, una maggiore porzione del substrato disponibile.

A partire dalla stazione 4, invece, i Poriferi assumono un'importanza di gran lunga maggiore. Nelle stazioni prossime all'imboccatura, in assenza di specie dominanti, è evidente una equiripartizione dello spazio disponibile; nelle rimanenti stazioni della grotta, ed in particolare nelle stazioni centrali, la presenza di poche specie dominanti di Poriferi (*Petrosia ficiformis, Merlia normani)* determina una netta accentuazione della pendenza delle rette.

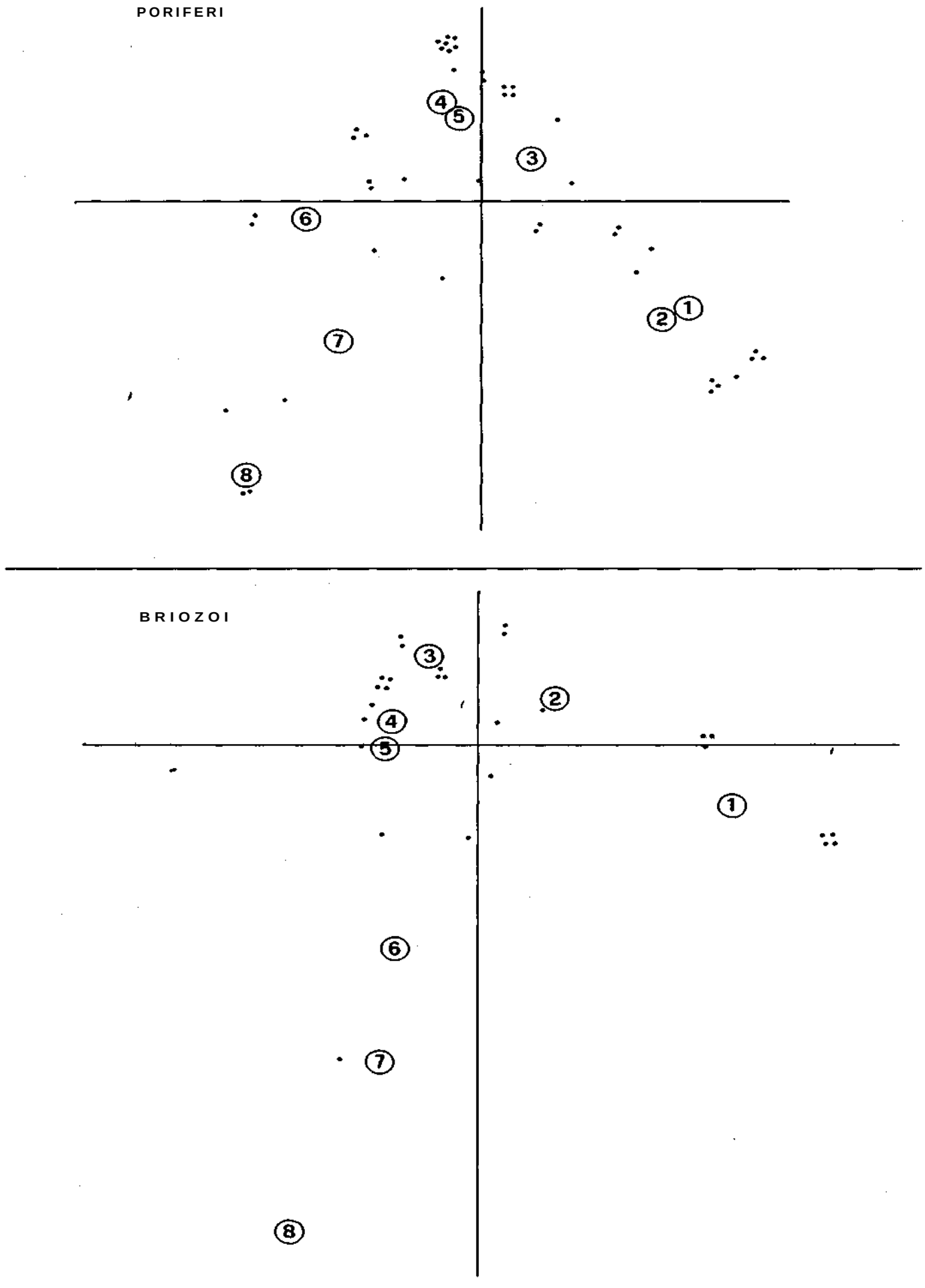


Fig. 3 - Analisi fattoriale delle corrispondenze, calcolata sui dati di presenza/assenza, separatamente per i Poriferi ed i Briozoi.

Factorial analysis of correspondences, calculated on the presence/absence data, separately for sponges and bryozoans.

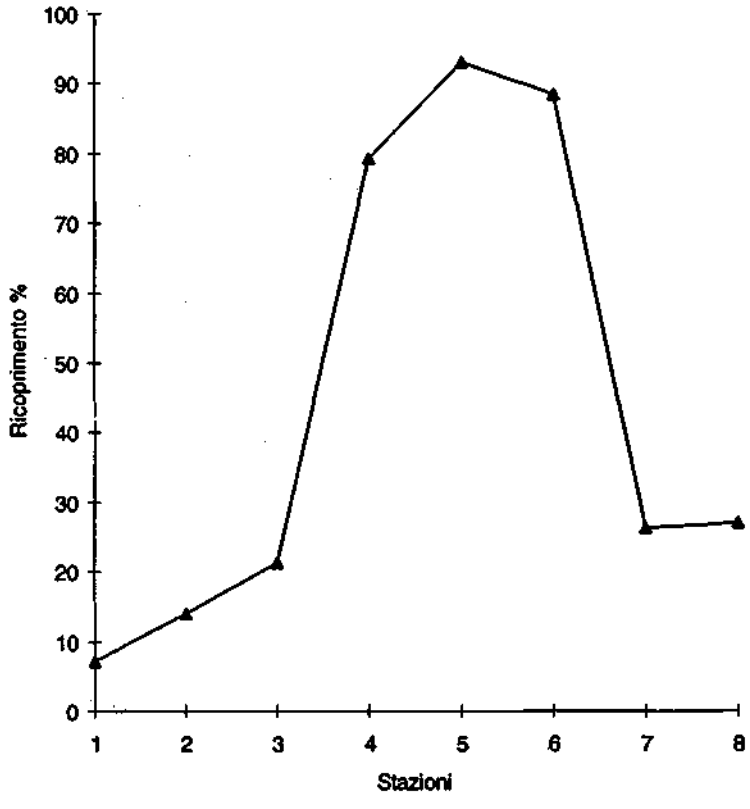


Fig. 4 - Andamento dei valori percentuali di ricoprimento dei popolamenti a Poriferi e Briozoi nelle 8 stazioni di campionamento della Grotta Verde.

Percent covering values of sponges and bryozoans from the sampling stations of the Grotta Verde.

Discussioni

Nella Grotta Verde, mentre l'intensità luminosa mostra un brusco decremento in prossimità dell'imboccatura e si attesta su valori prossimi allo 0 a partire dalla parte mediana della cavità, l'idrodinamismo presenta una moderata e graduale diminuzione dall'ingresso sino alla parte mediana per poi stabilizzarsi intorno a valori relativamente costanti. Procedendo dall'esterno verso l'interno della grotta, il ricoprimento e la ricchezza specifica dei popolamenti a Poriferi e Briozoi crescono in maniera costante sino alla parte mediana; nelle stazioni più interne tali valori mostrano un brusco decremento, ma mentre il numero di specie raggiunge livelli molto bassi, il ricoprimento del substrato si mantiene intorno al 25%.

Questo pattern di distribuzione è in contrasto con quello osservato nelle grotte sommerse dove, procedendo dall'esterno verso l'interno, si ha un costante decremento del numero di specie e dei valori di ricoprimento, che spesso porta alla totale scomparsa delle forme del macrozoobenthos nella parte più interna (Pansini e Pronzato, 1982; Harmelin *et al,* 1985; Balduzzi *et al,* 1989; Bibiloni *et al,* 1989). Limitatamente al primo tratto, il pattern di distribuzione della Grotta Verde sembra fortemente influenzato dall'azione indiretta della luce. Il decremento della luce, infatti, porta ad una progressiva diminuzione del ricoprimento algale, riducendo la competizione per il substrato a vantaggio dei popolamenti zoobentonici.

Di più complessa interpretazione è invece il dato relativo al netto impoverimento dei popolamenti registrato nella porzione più interna. Infatti, il fattore luminosità non è sufficiente a giustificare le differenze nella composizione e struttura del popolamento tra le stazioni centrali e le stazioni interne della grotta, tutte soggette ad una condizione di oscurità pressocchè totale. D'altro canto, poiché i valori di idrodinamismo registrati sembrano indicare una buona circolazione dell'acqua all'interno di tutta la cavità, appare poco probabile che tale impoverimento sia da attribuire a fenomeni di "deplezione trofica" (Ott e Svoboda, 1976; Gili *et al,* 1986; Fichez, 1990; Fichez, 1991). Si potrebbe invece ipotizzare che, nelle stazioni più interne, l'idrodinamismo rappresenti un fattore meccanico di

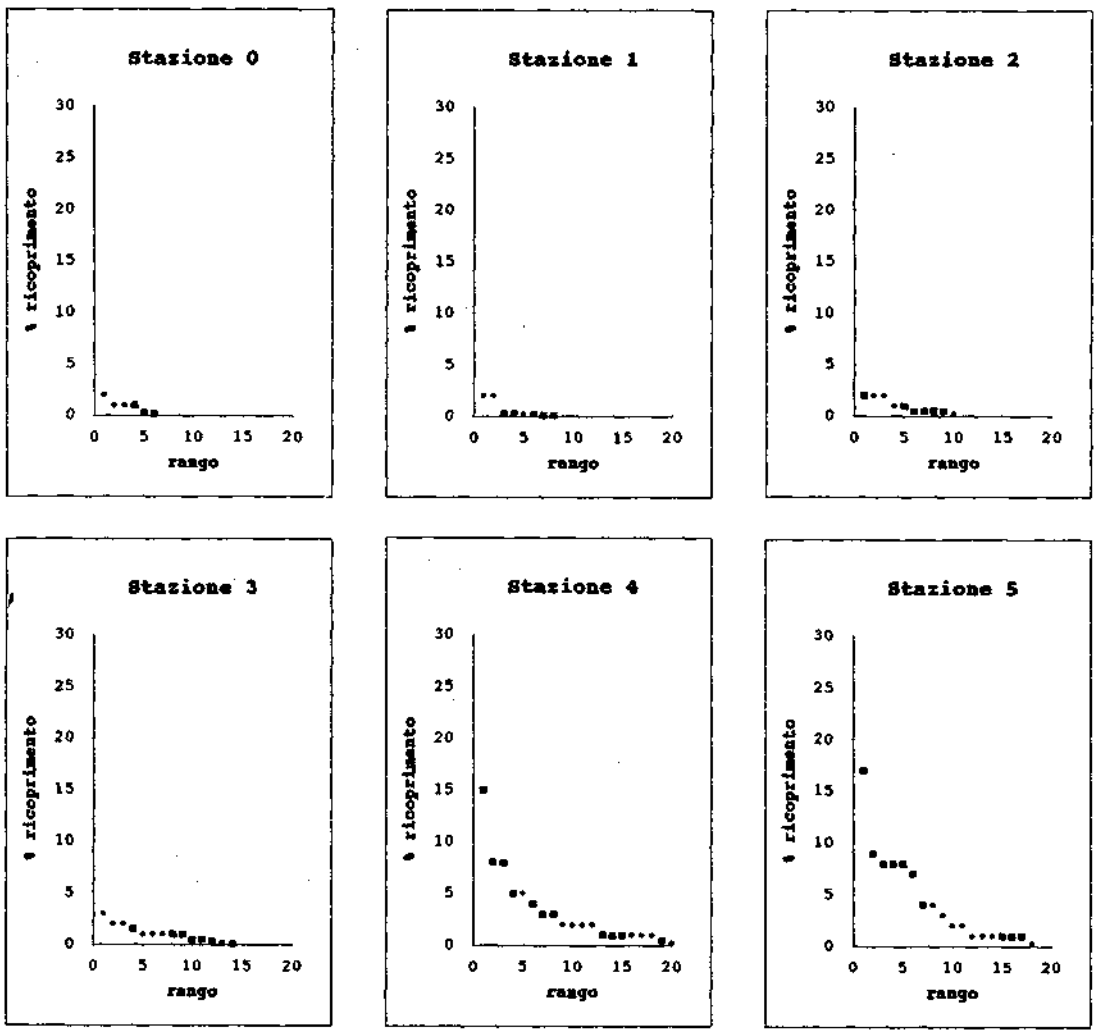


Fig. 5 - Indice rango/abbondanza relativo all'insieme delle specie di Poriferi (quadrato) e Briozoi (puntino) nella stazione esterna di confronto (0) ed all'interno della Grotta Verde (stazioni 1-8).

Rank/abundance index referred to sponges (square) and bryozoans (dot) from the external station (0) and inside the Grotta Verde (stations 1-8).

stress; infatti, in condizioni di mare mosso, la particolare topografia della grotta potrebbe favorire nella porzione terminale la formazione di moti turbolenti capaci, anche sollevando sedimento grossolano, di esercitare un'intensa azione abrasiva sulle pareti della cavità. In conclusione questa ricerca, che costituisce una delle prime indagini sulla distribuzione del macrozoobenthos in grotte vulcaniche semisommerse di ridotte dimensioni, presenta problematiche nuove che sollevano una serie di quesiti degni di ulteriori indagini specifiche.

Summary

The sponge and bryozoan communities of a Mediterranean semi-submerged cave have been studied by scraping and photographic samples. Light intensity and water movement have been measured, and their gradients compared with the distribution of these organisms. Light intensity shows a sharp decrement farther the opening of the cave, falling about to zero at the middle part; water movement gradually declines from the opening to the middle cave, then it remains quite constant. Sponge and bryozoan taxocoenosis consist of 44 and 27 species respectively; both communities show an increasing development from the opening to about the middle cave. Then, both the number of species and the covering values notably decrease with a sharp fall at the inner station. This distributional pattern doesn't seem to be directly linked to the physical parameters measured. However, it can be reasonably supposed that the increasing of the zoobenthic communities from the opening to the middle cave could be an indirect result of light extinction; indeed, light extinction brings to a decrease of algal covering, so reducing substratum competition with advantage for zoobenthic populations. On the contrary, the decrement in number of species and covering values observed from the middle to the inner cave, should be due to the abrasive action of the water turbulence on the walls of the cave under rough sea conditions. The distributional pattern here described disagrees with that observed in submerged caves, where, along the external-internal gradient, a gradual decrease of the zoobenthic communities usually occurs.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato mediante l'apporto di contributi finanziari della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". Si ringraziano inoltre il personale Guide Naturalistiche della Riserva Marina per la collaborazione fornita nella fase di campionamento.

Bibliografia

BALDUZZI A., BIANCHI C. N., BOERO F., CATTANEO VIETTI R., PANSINI M., SARA' M. (1989) - The suspension-feeder communities of a Mediterranean sea cave. *Scientia marina,* 53 (2-3): 387-395.

BENZECRI J.P. *et al.* (35 autori) (1973) - *L'analyse des données.* Dunod Ed., Paris; 1: 625 pp.

BIBILONI M. A., URIZ M. J., GILI J. M. (1989) - Sponge Communities in Three Submarine Caves of the Balearic Islands (Western Mediterranean): Adaptations and Faunistic Composition. P.S.Z.N.I.: *Marine Ecology,* 10 (4): 317-334.

FICHEZ R. (1990) - Decrease in allochthonous organic inputs in darksubmarine caves, connection with lowering in benthic community richness. *Hydrobiologia,* 207: 61-69.

FICHEZ R. (1991) - Benthic oxygen uptake and carbon cyclins under aphotic and resource-limiting conditions in a submarine cave. *Mar. Biol,* 110: 137-143.

FRESI E., GAMBI M.C. (1982) - Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Nat. sicil., S.* IV (3): 449-465.

GILI J. M., RIERA T., ZABALA M. (1986) - Physical and biological gradients in a submarine cave on the Western Mediterranean coast (north-east Spain). *Mar. Biol.,* 90: 291-297.

HARMELIN J. G., VACELET J., VASSEUR P. (1985) - Les grottes sous-marines obscures: un milieu extreme et un remarquable biotope refuge. *Tethys,* 11 (3-4): 214-229.

MUUS B.J. (1968) - A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls. *Sarsia,* 34: 61-68.

OTT A., SVOBODA A. (1976) - Sea caves as model system for energy flow studies in primary hard bottom communities. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli,* 40: 477-485.

PANSINI M., PRONZATO R. (1982) - Distribuzione ed ecologia dei poriferi nella grotta di Mitigliano (Penisola Sorrentina). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova,* 50: 287-293.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 44-50

D. CURIEL, G. BELLEMO, M. MARZOCCHI, M. IURI

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Trieste, 75 - 35121 Padova, Italia.

IL MACROBENTHOS ALGALE DI SUPERFICIE E DI PROFONDITÀ DEI MOLI FORANEI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

SUPERFICIAL AND DEEP BENTHIC ALGAL COMMUNITIES IN THE VENICE LAGOON

Abstract

The notable light attenuation in the water of the Venice lagoon has determined a remarkable variation in coverage, biomass and R/P between the superficial and the deep benthic algal communities.

Key-words: Benthic algae, light attenuation, Venice lagoon.

Introduzione

Le acque della laguna di Venezia risultano ricche di particellato fine derivante oltre che dall'inquinamento domestico ed industriale, dalla risospensione dei sedimenti dei fondali lagunari, favorita dalla scomparsa, avvenuta negli ultimi decenni soprattutto nel bacino centrale, delle praterie a fanerogame marine (Curiel *et al.*, 1995; Sfriso, 1987). Recenti stime valutano una perdita di sedimento da parte del bacino lagunare dell'ordine di 1.1 milioni m^3/anno (Consorzio Venezia Nuova, 1993).

Il fitobenthos dei substrati mobili della laguna di Venezia è stato sino ad ora studiato allo scopo di valutare gli effetti dell'eutrofizzazione senza prendere però in considerazione l'influenza dell'elevata torbidità (Solazzi *et al.*, 1991-94). Il fitobenthos dei substrati duri, descritto da Schiffner e Vatova (1937) e Pignatti (1962), solo recentemente è stato ripreso da Sfriso (1987).

La trasparenza delle acque dei porti lagunari è sempre stata limitata, con valori medi di 4-5 m in marea entrante ed inferiori ad 1.5 m in marea uscente, come si rileva dalle misure del Vercelli (1939; 1950).

Il presente lavoro espone i risultati di campionamenti di superficie e di profondità, eseguiti in due porto-canali della laguna di Venezia, per valutare gli effetti che l'attenuazione della luce induce sui popolamenti algali.

Materiali e metodi

I rilievi sono stati effettuati nell'estate del 1995 all'interno dei moli foranei dei porti di Lido e di Chioggia (Fig. 1) in due stazioni superficiali, SL (prof. -1.00 m, inclin. 45°, espos. S) e SC (prof. -1.50 m, inclin. 80°, espos. SE) e in due stazioni profonde, PL (prof. -5.00 m, inclin. 80°, espos. NE) e PC (prof. -6.00 m, inclin. 80°, espos. S).

La salinità dell'acqua varia da minimi di 23-27 a massimi di 35-37‰, fluttuazioni che dipendono dalle maree e dalle precipitazioni. Il substrato di insediamento delle macroalghe è costituito da massi in calcare (pietra d'Istria).

I valori di disco Secchi (Tab. 1) rilevati mensilmente (Tolomio, oss. pers.) hanno permesso di determinare il coefficiente di attenuazione della luce (Kd) e

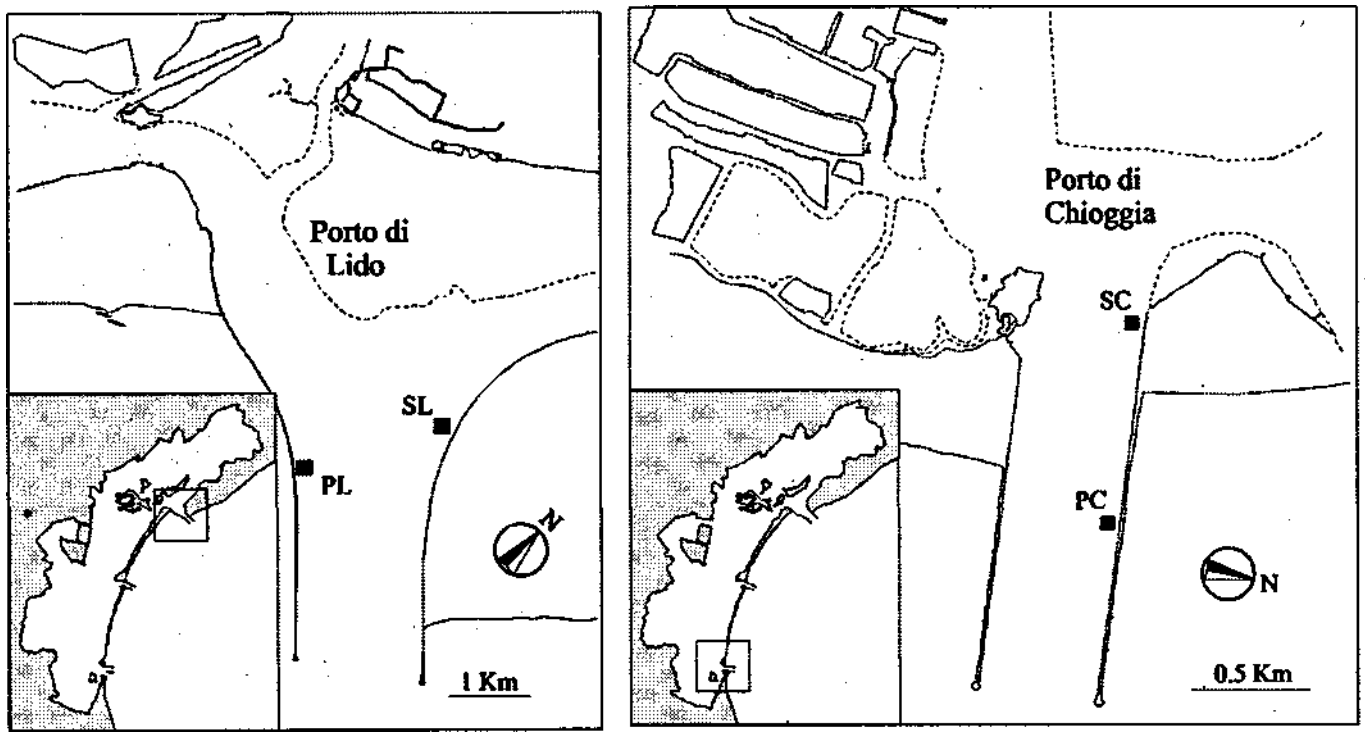


Fig. 1 - Area di studio con le stazioni di campionamento.

Study area with the stations of sampling.

la PAR (Photosynthetically Active Radiation) nelle stazioni di profondità mediante le formule di Giensen e di Lambert-Beer (Giensen *et al.*, 1990).

I rilievi per la determinazione dell'area minima sono stati effettuati secondo la metodologia di Pizzuto e Serio (1994), partendo da una superficie quadrata iniziale di 100 cm^2 e con incrementi di 10 cm di lato sono state prelevate cornici crescenti sino alla superficie finale di 2500 cm^2.

Tab. 1 - Trasparenza delle acque dei porti di Lido e Chioggia.

Water transparency in Lido and Chioggia port.

	Disco Secchi (m)	Kd(m^{-1})	PAR (%)
Porto di Lido	2.2-2.7	0.61-0.75	2.4-4.7 (-5 m)
Porto di Chioggia	2.9-4.2	0.39-0.52	3.3-12.2 (-6 m)

In ogni stazione di campionamento sono stati rilevati il numero di specie, la copertura (%), la copertura totale (%), il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta R/P, la biomassa (g p.s./m^2), l'indice di diversità ID secondo Boudouresque (1970) e il coefficiente di riproduzione (Tab. 2).

Risultati e discussione

I valori medi annui di disco Secchi (Tab. 1) variano per il porto-canale di Lido tra 2.7-2.2 m (marea entrante-marea uscente) e per il porto-canale di Chioggia tra 4.2-2.9 m. Il Kd medio per il porto canale di Lido è di 0.61-0.75 m^{-1} con

Tab. 2 - Indici rilevati nelle stazioni dei porti di Lido e di Chioggia.

Indexes determined in the stations of Lido and Chioggia port.

	N. Taxa	Copertura (%)	Copertura totale (%)	Biomassa (g p.s./m²)	I.D.	R/P	Freq. rip. (%)	Coef. rip.
Porto di Lido								
SL	40	100	299.0	245	2.0	6.3	38.0	302
PL	44	20-30	33.7	20	2.6	11.0	20.5	81
Porto di Chioggia								
SC	41	100	176.2	269	2.0	5.4	34.2	771
PC	31	20-30	31.6	13	1.7	20.0	9.7	6

una PAR a 5 m di profondità (stazione PL) di 2.4-4.7%. Per il porto-canale di Chioggia il Kd medio è di 0.39-0.52 m^{-1} con una PAR a 6 m di profondità (stazione PC) di 3.3-12.2%. I valori della PAR così determinati sono superiori alla minima luce richiesta per le macroalghe (Luning e Dring, 1979) ma al di sotto del limite per le fanerogame marine (Dennison *et al.*, 1993) che in laguna di Venezia sono presenti solo fino alla profondità di 3 m (Curiel *et al.*, 1996).

L'area minima qualitativa varia tra i 1600 cm^2 delle stazioni SL, PL e SC e i 2500 cm^2 della stazione PC che raggiunge l'asintoto più lentamente. Per poter confrontare tra loro i dati abbiamo quindi scelto la superficie più elevata che corrisponde ad un quadrato di 50x50 cm. Tale superficie risulta superiore a quella comunemente utilizzata in Mediterraneo (da 400 a 900 cm^2), confermando la sua stretta correlazione con i fattori sia geografici che edafici. Le curve dei rilievi superficiali sono simili sia per andamento che per numero di specie totale rinvenuto, mentre sono differenti per le due stazioni di profondità a causa del diverso numero di specie rilevato (Fig. 2).

L'indice ID non differenzia in modo univoco le stazioni di superficie e di profondità. Nel porto-canale di Chioggia ID risulta più elevato in superficie (2.0)

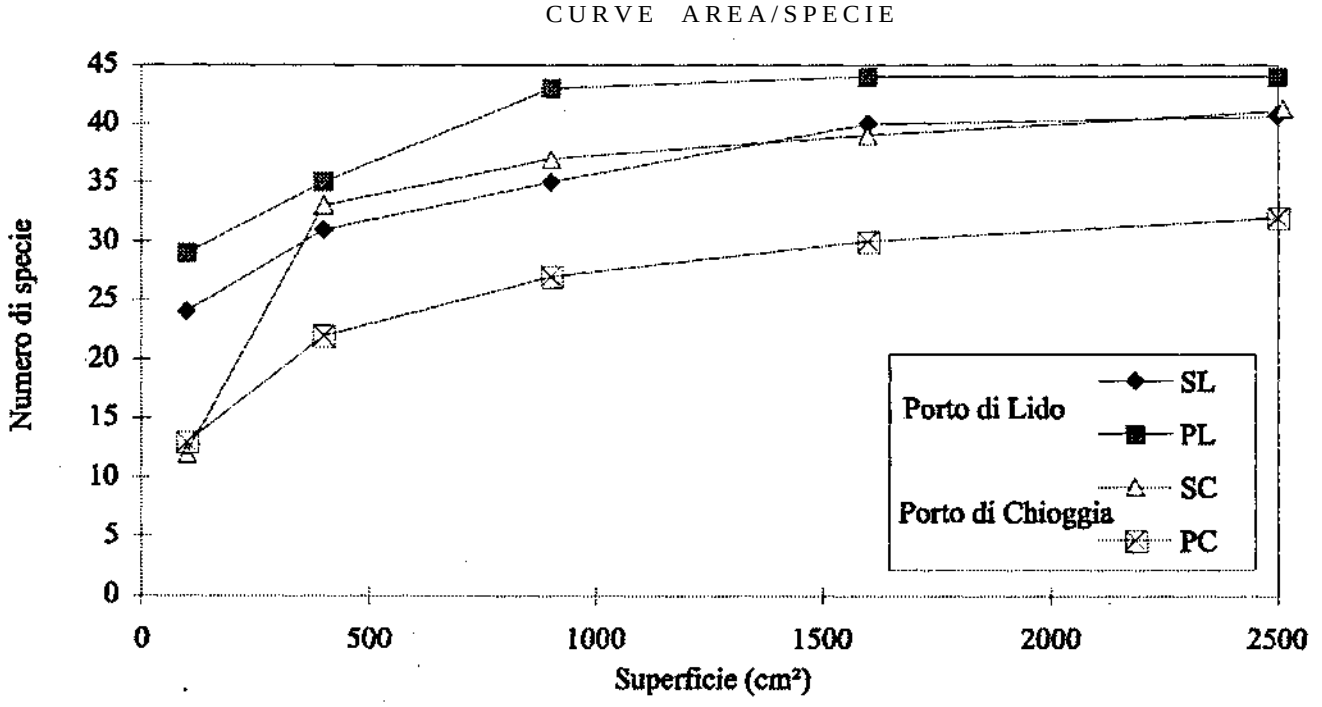


Fig. 2 - Curve area/specie dei quattro campionamenti.

Area-species curves of the four samplings.

che in profondità (1.7), mentre nel porto-canale di Lido avviene il contrario, con un valore più elevato in profondità (2.6) rispetto alla superficie (2.0) (Tab. 2). Considerando la variabilità dell'indice di diversità nell'arco dell'anno e che assume significato solo se mediato nel tempo, rileviamo comunque come i valori di ID siano inferiori al valore medio per il Mediterraneo (3.2-3.7) (Giaccone, 1994) e di poco superiori a quelli di ambienti perturbati come il litorale di Brindisi (1.22) (Cormaci e Furnari, 1991) o la Rada di Augusta (1.31) (Cormaci *et al.,* 1985).

La copertura algale in ambedue le stazioni di superficie è del 100% mentre in profondità è del 20-30% in corrispondenza di un substrato roccioso ricco di fine particellato e colonizzato principalmente da poriferi.

La copertura totale del fitobenthos è da 6 a 9 volte maggiore in superficie che in profondità (tab. 2, 3). I principali taxa che determinano copertura in superficie sono *Ulva rigida, Chondrocanthus acicularis, Gracilaria* sp.pl., *Sargassum muticum, Dictyota linearis, Gastroclonium reflexum, Polysiphonia* sp. pl., *Enteromorpha intestinalis, Chondria dasyphylla, Antithamnion pectinatum,* mentre in profondità la determinano *U. rigida, Rhodymenia ardissonei, Dasya hutchinsiae, Rhodophyllis divaricata, A. pectinatum, Spermothamnion* sp.pl. e *Halymenia floresia.*

La biomassa in superficie è da 12 a 20 volte maggiore che in profondità, essendo in superficie 245-269 g(p.s.)/m^2 e in profondità 13-20 g(p.s.)/m^2. In entrambe le stazioni profonde *R. ardissonei* è la specie dominante.

L'indice R/P varia da 5.4-6.3 in superficie a 11.0-20.0 in profondità (Tab. 2). Tenendo conto che l'uso di R/P quale indice sinecologico di condizioni ambientali assume valore se riferito alla media di più rilievi nell'anno, osserviamo comunque come vi sia una marcata diversità in un intervallo batimetrico di soli 5-6 m. I valori superficiali di R/P si pongono lievemente al di sopra di quelli rilevati in ambienti ecologicamente bilanciati (2.5-4.5 in Mediterraneo)(Cormaci e Furnari, 1991) mentre in profondità sono confrontabili con quelli di ambienti ecologicamente compromessi o di maggiore profondità (Cormaci *et al.,* 1985).

In superficie la percentuale di taxa con organi riproduttori è stata di 34.2-38.0% mentre in profondità è stata di 9.7-20.5%. Il coefficiente di riproduzione in superficie è variato tra 302 e 771 mentre in profondità tra 6 e 81. Tenendo in considerazione la relazione esistente tra riproduzione e profondità (Boudouresque, 1970), si osserva ancora come nell'intervallo batimetrico di 5-6 m i valori risultano considerevolmente diversi.

La ripartizione dei taxa in gruppi ecologici evidenzia come nelle stazioni di superficie i taxa fotofili rappresentano in media il 55% e quelli sciafili il 20%. In profondità la componente fotofila si riduce al 40% mentre quella sciafila sale al 32%. La riduzione dei taxa fotofili appare molto più marcata se messa in relazione alla loro copertura che passa da un valore medio in superficie di 177% al 18% in profondità, mentre la copertura dei taxa sciafili passa da 11% a 16 %.

Rispetto ai dati riportati da Pignatti (1962) è interessante notare che in questi campionamenti non è mai stata rinvenuta nel piano infralitorale *Cystoseira barbata* C. Agardh, taxa guida per l'associazione *Cystoseiretum barbata.*

Rhodymenia ardissonei, rispetto alle segnalazioni sempre di Pignatti (1962), non colonizza solamente buchi, anfratti e fessure dei massi, ma anche le pareti direttamente esposte all'insolazione, a conferma della marcata torbidità dell'acqua. Nei substrati duri della città di Venezia, risulta il taxa dominante alla profondità di 0.4-0.8 m.

Tab. 3 - Elenco floristico e valori di copertura (%) nelle stazioni studiate.

Floristic list and values of covering (%) in the examined station.

	SL	PL	SC	PC
Aglaothamnion sp.	-	0.1	-	-
Antithamnion cruciatum (C.Agardh) Naegeli v. *cruciatum*	-	-	0.6	0.1
Antithamnion cruciatum (C.Agardh) Naegeli v. *radicans*	1.3	0.1	0.8	0.1
Antithamnion pectinatum (Montagne) Brauner *in* Athanasiadis *et* Tittley	0.4	2.7	2.2	3.3
Antithamnionella spirographidis (Schiffner) Wollaston	-	0.0	-	-
Aoudouinella sp.	0.1	0.1	0.1	0.1
Bangia atropurpurea (Roth) C. Agardh	0.1	0.2	0.1	-
Bonnemaisonia hamifera Hariot (tetrasporofito)	-	-	-	0.1
Bryopsis duplex De Notaris	-	0.1	-	0.4
Bryopsis plumosa (Hudson) C. Agardh	0.8	-	1.0	-
Bryopsis sp.	-	0.1	0.2	-
Callithamnion corymbosum (Smith) Lyngbye	0.1	0.4	1.6	0.2
Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau	6.9	0.1	-	-
Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth	0.1	0.2	0.6	0.1
Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh	3.5	0.1	0.1	-
Ceramium sp.	-	-	0.1	-
Chaetomorpha linum (O.F.Mueller) Kuetzing	2.3	0.1	0.9	0.9
Chondria capillaris (Hudson) Wynne	0.1	0.4	-	-
Chondria coerulescens (J. Agardh) Falkenberg	-	0.2	-	-
Chondria dasyphylla (Woodward) C. Agardh	18.1	0.2	-	-
Chondria sp.	-	-	0.1	-
Chondrocanthus acicularis (Roth) Fredericq	44.8	-	3.5	-
Cladophora hutchinsiae (Dillwyn) Kuetzing	0.9	-	0.1	-
Cladophora lehmanniana (Lindenberg) Kuetzing	0.6	-	-	-
Cladophora rupestris (Linnaeus) Kuetzing	0.1	0.1	-	0.1
Cladophora sericea (Hudson) Kuetzing	1.1	0.1	0.2	-
Cladophora sp.	-	-	-	0.1
Compsothamnion thuyoides (Smith) Naegeli	-	0.1	-	0.1
Corallina officinalis Linnaeus	0.1	-	0.1	0.1
Cryptonemia lomation (Bertoloni) J. Agardh	-	0.3	-	-
Dasya corymbifera J. Agardh	-	0.1	-	-
Dasya hutchinsiae Harvey in W. J. Hooker	-	0.1	-	3.9
Dasya sp.	-	-	2.6	-
Derbesia sp.	0.1	0.1	0.1	-
Derbesia tenuissima (De Notaris) P.L. et H.M.Crouan	-	-	-	0.1
Dictyota dichotoma v. *intricata* (C. Agardh) Greville	4.2	1.2	2.5	
Dictyota linearis (C. Agardh) Greville	8.8	1.3	1.4	0.3
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngb. v. *pygmaeus* (Areschoug) Gallardo	-	-	0.1	-
Ectocarpus sp.	0.1	0.1	-	-
Enteromorpha intestinalis (Linnaeus) Nees	21.3	0.1	0.2	0.1
Enteromorpha prolifera (O.F. Mueller) J.Agardh	-	-	-	0.1
Entocladia viridis Reinke	0.1	-	0.1	0.1
Erythrocladia irregularis Rosenvinge	-	0.1	-	0.3
Erythrothrichia carnea (Dillwyn) J. Agardh	-	0.1	-	-
Gastroclonium reflexum (Chauv.) Kuetzing	2.6	-	6.2	0.1
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis	1.8	-	7.5	-
Gracilaria bursa-pastoris (Gmelin) Silva	7.7	-	3.0	-
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss	14.5	-	0.1	-
Grateloupia doryphora (Montagne) Howe	-	-	0.4	-
Grateloupia filicina (Lamoroux) C. Agarth	2.4	-	0.1	-
Gymnogongrus griffithsiae (Turner) Martius	5.3	-	-	-
Halymenia floresia (Clemente) C. Agardh	-	2.5	-	-
Hydrolithon farinosum (Lamouroux) Howe	2.0	0.1	0.1	0.1
Kuckuckia spinosa (Kuetzing) Kuckuck	-	0.1	-	-
Lomentaria clavellosa (Turner) Gaillon	0.1	0.5	0.5	-
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville	-	1.1	-	-

(Segue Tabella)

(Segue Tabella)

	SL	PL	SC	PC
Peyssonnelia sp.	0.2	-	0.1	-
Polysiphonia breviarticulata (C. Agardh) Zanardini	0.7	0.7	9.2	0.2
Polysiphonia denudata (Dillwyn) Greville *ex* Harvey *in* Hooker	-	0.8	-	0.2
Polysiphonia sp.	7.4	-	8.6	-
Pseudolithoderma adriaticum (Hauck) Verlaque	-	-	0.1	-
Pterothamnion crispum (Ducluzeau) Naegeli	-	0.4	-	-
Pterothamnion plumula (Ellis) Naegeli	-	0.5	-	0.1
Radicilingua thysanorhizans (Holmes) Papenfuss	-	1.0	0.3	0.1
Rhodophyllis divaricata (Stackhouse) Papenfuss	-	3.0	-	-
Rhodymenia ardissonei J. Feldmann	-	10.0	0.9	3.1
Sargassum muticum (Yendo) Fensholt	-	-	60.0	-
Spermothamnion repens (Dillwyn) Rosenvinge	0.8	2.0	2.0	0.6
Spermothamnion strictum (C. Agardh) Ardissone	0.1	2.7	-	0.3
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh	0.1	-	-	-
Ulva rigida C. Agardh	138.3	0.1	58.5	17.0
Ulvaria oxyspermia (Kuetzing) Bliding	-	-	-	0.1
Ulvella lens P.L. et H.M. Crouan	0.1	-	-	-

Conclusioni

Lo studio sinecologico del fitobenthos dei porto-canali della laguna di Venezia ha permesso di rilevare differenze in un intervallo batimetrico di soli 5-6 m legate a fattori di disturbo quali principalmente la torbidità dell'acqua. In particolare, nelle stazioni profonde la copertura totale è risultata inferiore rispetto alla superficie da 6 a 9 volte e la biomassa algale da 12 a 20 volte.

Differenze significative sono state inoltre osservate nell'indice R/P, nella ri-produzione dei taxa e nel rapporto tra specie fotofile e sciafile. La presenza di fanerogame marine nei pressi delle stazioni superficiali ma la loro assenza in quelle poste a 5-6 m di profondità confermano ulteriormente l'esistenza di una forte attenuazione della radiazione luminosa.

Summary

A study on phytobenthic communities has been carried out in two inlets of Venice lagoon (Lido and Chioggia Ports) by a Synecological methodology.

In two shallow (depth 1-1.5 m) and two deep stations (depth 5-6 m) the qualitative minimal area, the number of taxa, the covering (%), the total covering (%), the biomass (g p.s./m^2), the Rhodophyta/Phaeophyta ratio, the diversity index (Shannon modified by Boudouresque), the frequency and the coefficient of reproduction are calculated. The area-species curves grow rapidly up to an area of 900 cm^2 then showing a very little increasing to 1600 cm^2 and becoming flat at higher values (2500 cm^2).

The strong light attenuation in the water (Secchi disk 2.2-4.2 m; PAR in the deep station 2.4-12.2%) has determined a remarkable variation in covering, biomass and R/P between the superficial and the deep benthic algal communities. The total covering is come out to be less in the deep stations in comparison with the shallow ones from 6 to 9 times and the biomass from 12 to 20 times.

The principal taxa determining coverage in surface are *Ulva rigida, Chondrocanthus acicularis, Gracilaria sp.pl., Sargassum muticum, Dictyota linearis, Gastroclonium reflexum, Polysiphonia sp.pl., Enteromorpha intestinalis, Chondria dasyphylla, Antithamnion pectinatum,* while in depth are *U. rigida, Rhodymenia ardissonei, Dasya hutchinsiae, Rhodophyllis divaricata, A. pectinatum, Spermothamnion sp.pl.* and *Halymenia floresia.*

The diversity index doesn't show differences between the shallow (2.0) and the deep stations (1.7-2.6). The values are less to those of Mediterranean balanced areas (3.2-3.7) but similar to those of endangered environments.

The photophilous taxa show a strong reduction of the covering in deep sites (18%) in comparison with the surface (177%).

Comparing the Pignatti data (1962), *Cystoseira barbata,* characteristic taxa of the Cystoseiretum barbatae association, is absent in the infralittoral fringe, while *Rhodymenia ardissonei* is present, not only in the Sciaphilous environments, but even in the exposed light. The seagrass absence and the reduction to only 5-6 m of depth in specific richness, cover of the photophilic taxa, total cover, biomass and the elevated value of the R/ P ratio confirm the constant turbidity of the water.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Prof. M. Cormaci (Università di Catania) per gli indispensabili consigli. Si ringraziano inoltre il Dr. M. Scattolin e il Sig. G. Parisi (Assessorato all'Ecologia - Comune di Venezia) per i mezzi e la collaborazione fornita.

Bibliografia

BOUDOURESQUE CH.-F. (1970) - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). These Doct. Univ. Marseille Luminy: 624 pp.

CONSORZIO VENEZIA NUOVA (1993) - Il recupero morfologico della Laguna di Venezia. *Quaderni Trimestrali* (Suppl.), 1 (1): 1-24.

CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA M., MANNINO A.M. (1985) - Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioena Sci. Nat.,* Catania, 18: 829-850.

CORMACI M., FURNARI G. (1991) - Phytobenthic communities as monitor of the environmental condition of the Brindisi coast-line. *Oebalia,* 7 (1): 177-198.

CURIEL D., RISMONDO A., BERNSTEIN A.G., MARZOCCHI M. (1995)- Proliferazione macroalgale in laguna di Venezia: 1991-1994. S.IT.E., Atti, 16: 631-633.

CURIEL A., BELLATO M., MARZOCCHI A., SOLAZZI A., SCATTOLIN M. (1996) - Aspetti della dinamica distributiva delle fanerogame marine in laguna di Venezia (Bacino di Malamocco). *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.,* 21: 39-51.

DENNISON W.C., ORTH J.R., MOORE K.A., STEVENSON J.C., CARTER V., KOLLAR S., BERGSTROM P.W., BATIUK R.A. (1993) - Assessing Water Quality with Submersed Aquatic Vegetation. *BioScienze,* 43 (2): 86-94.

GIACCONE G. (1994) - Evoluzione dei popolamenti e modificazioni ambientali. *Biol. Mar. Medit.,* 1 (1): 145-150.

GIENSEN W.B.J.T., VAN KATWIJK M.M., DEN HARTOG C. (1990) - Ellgrass condition and turbidity in the Dutch Wadden Sea. *Aquat. Bot.,* 37: 71-85.

LUNING K., DRING M.J. (1979) - Continuous underwater light measurement in the sublittoral region. *Helgolander Wissenschaftliche Meeressunter Uchungen,* 32: 403-424.

PIGNATTI S. (1962) - Associazioni di alghe marine sulla costa veneziana. *Mem. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti,* 32 (3): 1-134.

PIZZUTO F., SERIO E. (1994) - A study on the qualitative minimal area of two *Cystoseira* (Cystoseiraceae, Fucophyceae) communities from Eastern coast (Ionian Sea). *Giorn. Bot. Ital.,* 128 (6): 1092-1095.

SCHIFFNER V., VATOVA A. (1937) - Le alghe della Laguna: Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae. In: M. Minio, *La Laguna di Venezia,* 3: 1-250.

SFRISO A. (1987) - Flora and vertical distribution of macroalgae in the lagoon of Venice: comparison with previous studies. *Giorn. Bot. Ital.,* 121: 69-85.

SOLAZZI A., CURIEL D., CHIOZZOTTO E. (1991-94) - Flora macroalgale di fondali mobili (paludi e velme) della laguna di Venezia. *Nova Thalassia,* 12: 59-68.

VERCELLI F. (1939) - Colore e trasparenza delle acque nella Laguna di Venezia. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti,* 99: 53-59.

VERCELLI F. (1959) - Trasparenza e colore delle acque della laguna di Venezia. *Arc. Oc. Limn.,* 7: 3-16.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 51-58

F. DECEMBRINI, F. AZZARO, G. MAGAZZÙ*

Istituto Sperimentale Talassografico CNR di Messina, Spianata S. Raineri 86 - 98123 Messina, Italia.
*Dipartimento di Biologia, Università di Lecce, Italia.

EFFETTI DEI FATTORI AMBIENTALI SULL'EFFICIENZA FOTOSINTETICA DELLE FRAZIONI FITOPLANCTONICHE IN UN'AREA DI UPWELLING

EFFECTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON PHYTOPLANKTON. SIZE-FRACTION EFFICIENCY IN AN UPWELLING ZONE

Abstract

The phytoplankton efficiency (Kb%) was studied in the Straits of Messina where upwelling of deep waters to the photic layer occurs.

The photosynthetic index showed a higher values in the southern side of the Straits.

Key-words: coastal upwelling system, picophytoplankton efficiency.

Introduzione

Lo Stretto di Messina è una zona nota per l'elevata turbolenza delle acque, determinata sia dalle correnti di marea sia dalla particolare conformazione morfologica dei fondali e delle coste. Nello stretto le alterne correnti di marea raggiungono velocità notevoli (> 5 nodi) generando la divergenza di acque intermedie del bacino ionico (Vercelli e Picotti, 1926). Tali moti armonici si sommano alle correnti stazionarie che fluiscono con direzioni, sud in superficie e nord in profondità e con velocità < 0.2-0.3 nodi(Böhm *et al.,* 1987). Le acque ioniche intermedie più fredde, più salate (Vercelli e Picotti, 1926) e ricche di sali nutritivi (De Domenico *et al.,* 1995), rispetto alle acque tirreniche, costituiscono la causa principale della ricchezza biologica del "ecosistema Stretto di Messina". Qui le grandi quantità di energia in gioco influenzano la distribuzione e il trasporto nei due bacini di specie e biomassa di organismi del fitoplancton (Magazzù e Andreoli, 1971), dello zooplancton e micronecton (Guglielmo *et al,* 1995) e, in generale, intervengono positivamente nei processi biologici legati all'assimilazione del carbonio (Magazzù *et al.,* 1995).

Negli studi che riguardano la produzione primaria, dato il gran numero di variabili da cui essa dipende, spesso vengono introdotti degli "indici di normalizzazione" allo scopo di comparare la risposta fotosintetica delle popolazioni fitoplanctoniche rispetto ad altri parametri che incidono sul processo come la biomassa (P/B), l'irradianza (Kb%) o entrambe (α^B). A tal fine, l'efficienza fotosintetica del plancton, intesa come il rapporto fra l'assimilazione del carbonio (P) e l'intensità luminosa (PAR), offre la possibilità di confrontare i valori di produzione primaria, normalizzata per la radiazione solare, e fornisce indicazioni dell'incidenza degli altri parametri ambientali sul funzionamento del primo livello trofico dell'ecosistema. In questo studio è stata utilizzata una formulazione di efficienza denominata Kb% (Subba Rao, 1981), data dal rapporto tra la quantità di carbonio assimilato e la radiazione incidente, entrambi espressi in calorie. Tale indice fornisce informazioni sulla efficienza di conversione dell'energia solare in carbonio organico nel processo fotosintetico.

Per un confronto, in alcune stazioni selezionate, è stato ricavato un ulteriore parametro fotosintetico, α^B, che comprende anche l'influenza della concentrazione di clorofilla *a* della comunità autotrofa sul processo di assimilazione del carbonio.

Infine, è stato valutato il contributo fornito dalle due frazioni dimensionali >2µm (nano-micro) e 2-0.2µm (pico) all'efficienza fotosintetica totale della popolazione fitoplanctonica naturale dell'ecosistema.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati eseguiti lungo l'asse centrale dello Stretto di Messina (fig. 1) nell'aprile del 1991 in corrispondenza della fase di sizigie, quando si registrano le velocità maggiori della corrente di marea.

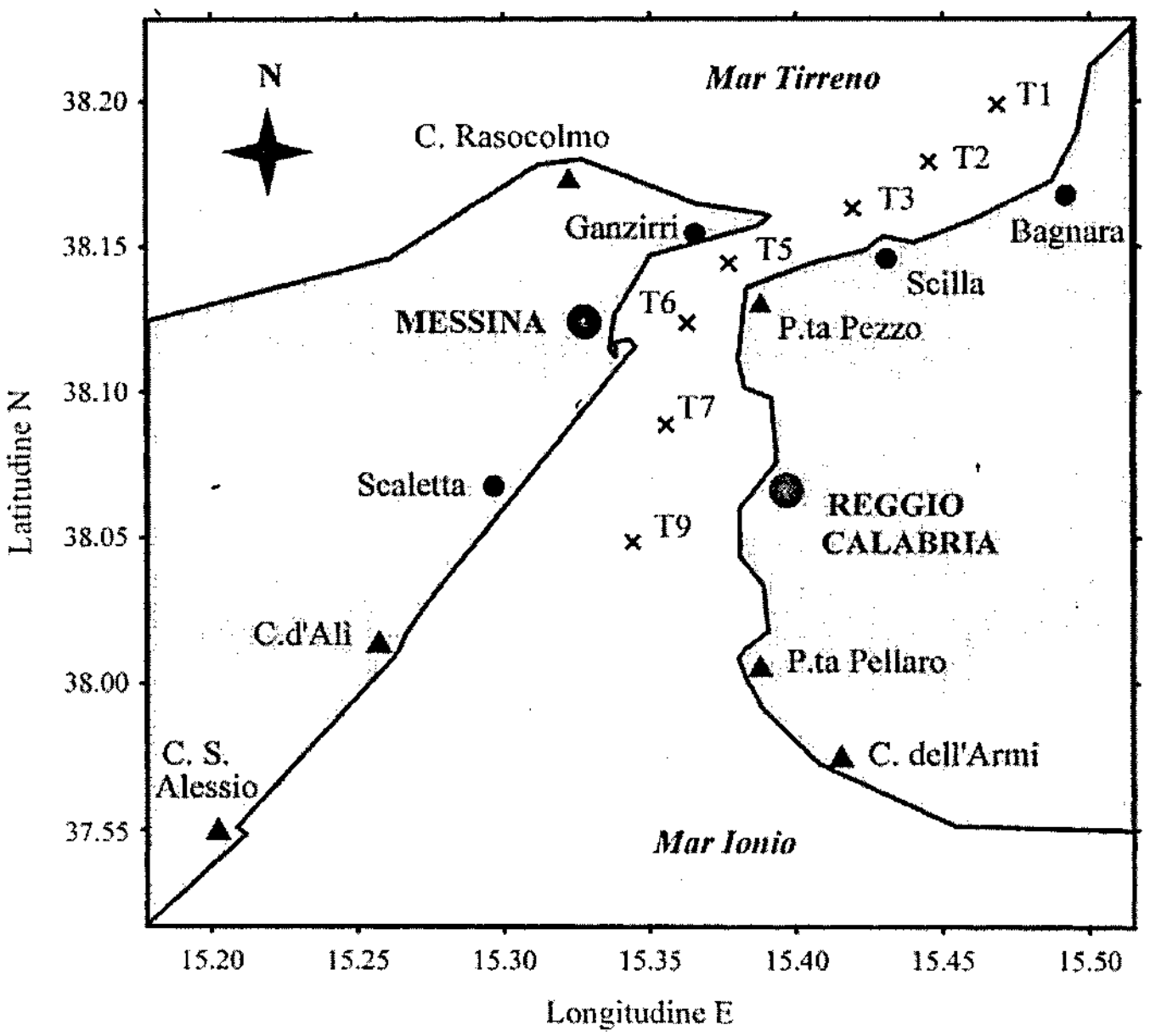


Fig. 1 - Posizione delle stazioni di campionamento nello Stretto di Messina.

Location of sampling station in the Straits of Messina.

Le misure scalari della PAR sono state eseguite, utilizzando un quantametro Li Cor mod.188B con collettore sferico, fino alla quota di 60 metri. Da tali misure, integrate da 10-100 secondi in rapporto alla variabilità della copertura del cielo, è stato possibile ricavare i coefficienti d'estinzione necessari per la definizione delle quote ottiche.

La produzione primaria è stata misurata alle quote ottiche corrispondenti alle percentuali del 100, 50, 22.5, 8, 3.5 e 1.7% dell'irradianza superficiale (Eo^{+}). Ai campioni chiari e scuri di ciascuna quota è stata aggiunta una soluzione radioattiva di $NaHC^{14}O_3$ con un'attività di 15 µCi ml^{-1}. L'incubazione, effettuata in flusso d'acqua di mare superficiale e luce naturale, è stata protratta per 3-4 ore schermando i campioni con filtri corrispondenti alla percentuale d'irradianza della quota di prelievo. Dopo l'incubazione i campioni sono stati filtrati su filtri Whattman GF/F e Nuclepore in policarbonato da 2.0 µm. Il conteggio dei campioni è stato eseguito in uno scintillatore per liquidi Beckman LS 1080 utilizzando 10 ml di "Aquasol-2" (NEN) come cocktail di scintillazione.

Le determinazioni spettrofluorimetriche della clorofilla *a* sono state eseguite come riportato da Panella e Magazzù (1978) mentre la filtrazione è stata effettuata come riferito in precedenza.

L'efficienza fotosintetica Kb% è stata calcolata mediante la formula seguente (Subba Rao, 1981):

$$Kb\%\ (m^{-1}) = \frac{mgC\ m^{-3}\ h^{-1}\ 5\ 10.4\ 5\ 100}{cal\ m^{-2}\ h^{-1}}$$

dove: 10.4 è il fattore di conversione da g C in cal.

La trasformazione dell' irradianza quantica (misurata all'inizio di ciascuna incubazione) in cal m^{-2} h^{-1}, al denominatore, è stata ottenuta utilizzando il fattore di conversione 2.86 come riportato da (Parsons *et al.,* 1984) nell'intervallo 400-700 nm.

L'indice fotosintetico α^{B} (mgC [mgChl h]$^{-1}$ [µE m^{-2} sec^{-1}]$^{-1}$) ottenuto dai tassi d'assimilazione delle popolazioni presenti alle singole quote campionate non coincide con l'α^{B} (Harrison and Platt, 1986) che rappresenta il coefficiente angolare nelle curve Produzione-Irradianza (P-I) ottenute esponendo la stessa popolazione a intensità luminose crescenti.

Risultati e discussione

Condizioni idrografiche

Il quadro idrodinamico nello Stretto di Messina durante la campagna (fig.2) è risultato dipendente dall'alternarsi di veloci correnti di marea, superiori in alcune fasi ai 4 nodi, in entrambe le direzioni S-N e N-S.

Nelle stazioni della zona settentrionale (T1-T3) nello strato superficiale al momento dei campionamenti erano presenti acque con caratteristiche tirreniche (t=15ºC, S=37.7 PSU). Le acque al disotto di 50 m presentavano valori caratteristici di acque miste (t=14.5 °C, S=38.2 PSU) che, formatesi sulla sella, affondano nel bacino tirrenico fino a profondità compatibili con la loro densità (δ_t=28.8). La stazione T5, in corrispondenza della sella lungo la sezione Ganzirri P.ta Pezzo, ha presentato a tutte le quote acque più fredde (circa un grado in meno rispetto a quanto misurato nelle stazioni settentrionali). Inoltre, la salinità di 38.4 PSU e la densità di 29.0 sembrano indicare sulla sella la presenza di acque di tipo "C" (Böhm *et al.,* 1987) originate dal mescolamento di acque tirreniche di origine atlantica (AW) con acque intermedie levantine (LIW) (Hopkins *et al.,* 1984) che successivamente fluiscono esclusivamente verso sud lambendo le coste orientali siciliane (Grancini e Magazzù, 1973). Nelle stazioni situate nella parte meridionale dello stretto (T6, T7 e T9), nello strato superficiale (fino a 40 m), erano presenti

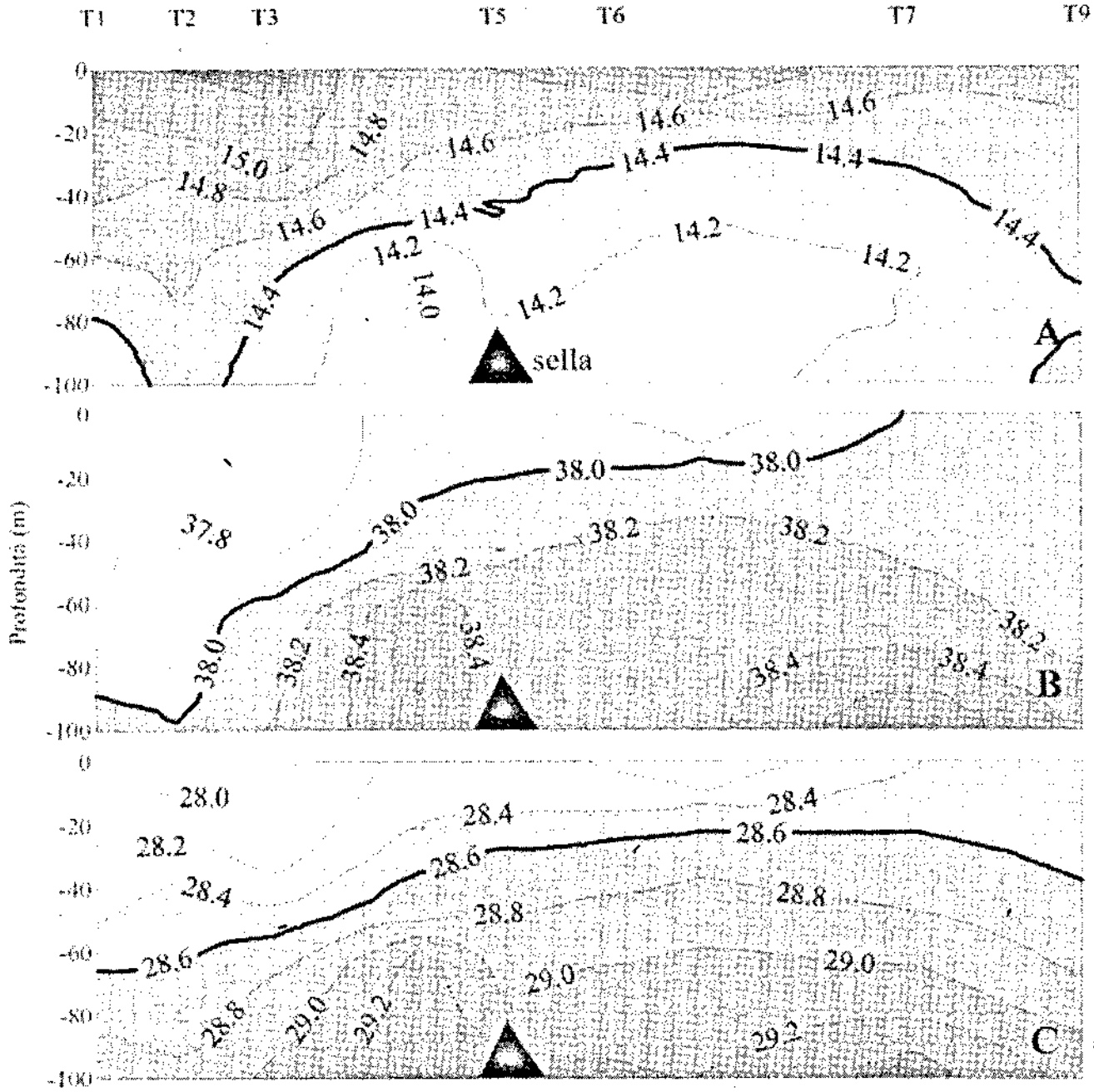


Fig. 2 - Distribuzione spaziale di: A) temperatura (°C); B) salinità (PSU); C) densità (kg m^{-3}) lungo il transetto esaminato.

Spatial distribution of: A) temperature (°C); B) salinity (PSU); C) density (kg m^{-3}) along the transept.

le stesse acque miste (t=14.4 °C, S=38.2 PSU) mentre a profondità prossime ai 100 m si individuano, nella stazione T7, acque più vicine al tipo LIW (t=14.2 °C, S=38.6 PSU) affioranti da quote più profonde di 200 m del bacino ionico.

Produzione primaria e biomassa del fitoplancton

La distribuzione dei valori della produzione primaria lungo il transetto studiato ha mostrato l'esistenza, in corrispondenza della sella, di una netta zona di demarcazione tra le stazioni tirreniche e quelle ioniche. Nella stazione T5 si sono registrati i tassi di assimilazione medi per la colonna d'acqua più bassi. La zona a nord della sella ha presentato valori massimi di 0.5 mg C m^{-3} h^{-1} mentre a partire dalla stazione T6, dove i valori dello strato superficiale sono risultati superiori ad 1 mg C m^{-3} h^{-1}, si è registrato un incremento notevole con un massimo di produzione primaria di 14 mg C m^{-3} h^{-1} misurato nella stazione T7 a 50 m. Il

massimo assoluto si è verificato a 10 m di profondità nella T9 con 18 mg C m^{-3} h^{-1} associato a bassi valori (0.20 mg m^{-3}) di clorofilla *a*.

Il contributo delle due frazioni dimensionali alla produzione primaria totale è risultato imputabile, nelle stazioni meridionali T6-T9, quasi esclusivamente alla frazione picoplanctonica (2-0.2 µm) mentre in quelle settentrionali (T1-T4) è stato paritetico per entrambe le componenti.

La concentrazione della clorofilla *a* attiva (Chl*a*), misurata solo in alcune stazioni, ha presentato una distribuzione (fig. 3A) simile a quella osservata per la produzione primaria con il massimo per tutta la sezione (0.7 mg m^{-3}) a 25 m nella stazione T9. Anche in questo caso, il contributo della frazione picofitoplanctonica è risultato maggiore (>80%) nelle aree a più elevata concentazione di Chl*a*. La frazione >2 µm, distribuita più uniformemente, ha presentato concentazioni più basse di un ordine di grandezza rispetto alla componente picoplanctonica.

La distribuzione del Numero di Assimilazione P/B (fig. 3B) risulta simile a quella della produzione primaria. I valori elevati di P/B (med.: 4; max: >20 mgC mgChla^{-1} h^{-1}) derivano dall'alto tasso di produzione (staz. T7 e T9) e risultano,

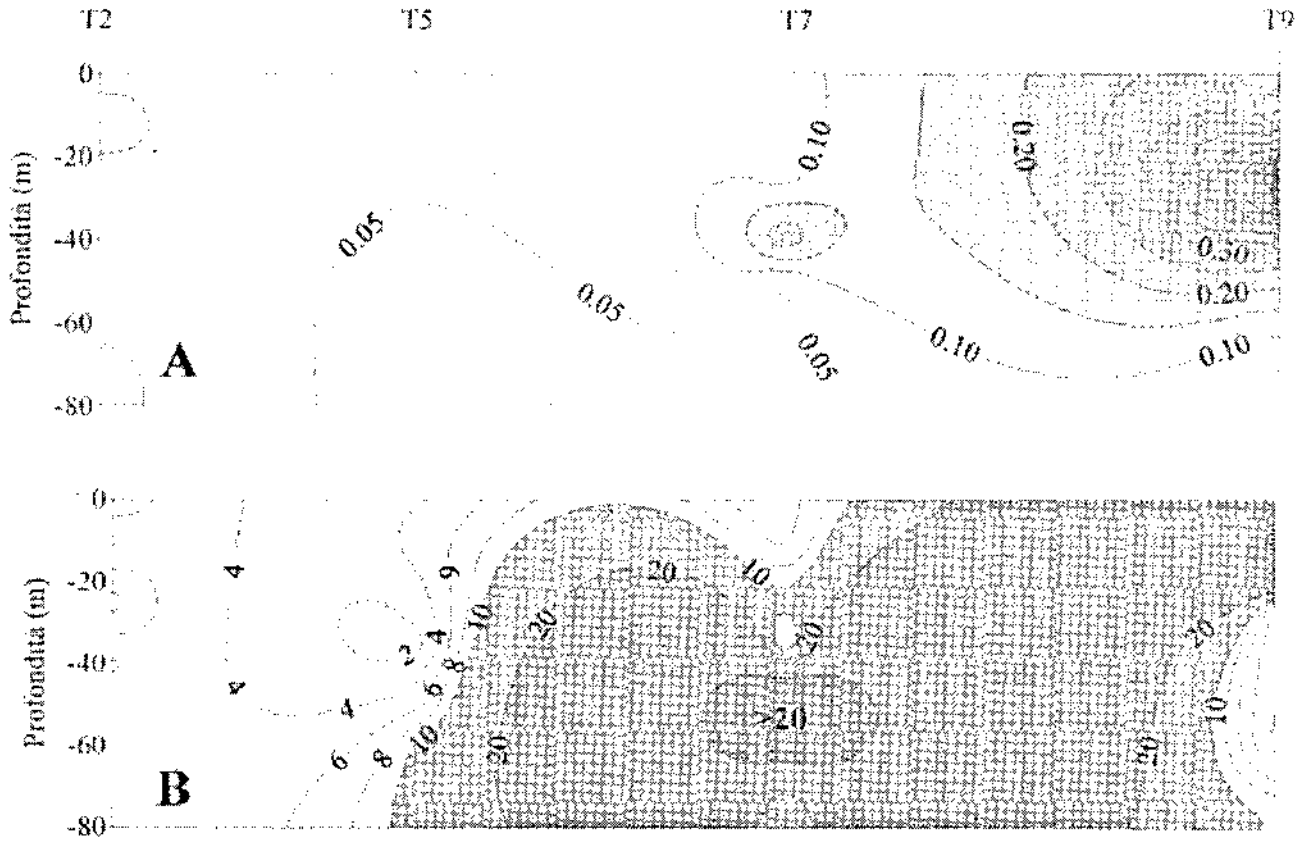


Fig. 3 - Distribuzione spaziale di: A) concentrazione della clorofilla a totale (mg m^{-3}), B) del numero di assimilazione P/B del totale (mgC mgchla^{-1} h^{-1}) lungo il transetto esaminato.

Spatial distribution of: A) concentration of total chlorophyll a (mg m^{-3}), B) assimilation number P/B of total (mgC mgchla^{-1} h^{-1}) along the transept.

per la maggior parte, imputabili alla frazione picoplanctonica. Quest'ultima, come è noto (Stockner e Antia, 1986), presenta Numeri di Assimilazione più alti rispetto a quelli riferiti per gli organismi di dimensione maggiore (>2 µm). Valori di P/B, comparabili a quelli riferiti in questo studio, sono stati riscontrati anche da Malone e Neale (1981) per ambienti costieri (22 mgC mgChla^{-1} h^{-1}) ed altri, riportati da Parsons *et al.*(1984) sono stati misurati in occasione di blooms fitoplanctonici (19.5 mgC mgChla^{-1} h^{-1}). Decembrini e Magazzù (1990) riferiscono elevati valori

di P/B del picofitoplancton osservati in due aree oligotrofiche dei mari italiani (18.8, Mar Ionio; 23.7 mgC mgChla^{-1} h^{-1}, Canale di Sicilia Or.).

I risultati dell'efficienza fotosintetica Kb% (fig. 4) mostrano valori compresi fra 0.001 e 1.8 (m^{-1}) con i massimi localizzati a sud nello stretto, in corrispondenza del più alto tasso di assimilazione del carbonio associato alla maggiore attività del picofitoplancton. Il valore più elevato di Kb% è stato misurato nella stazione T7 alla profondità di 50 m, con un'irradianza modesta. Il contributo della componente picofitoplanctonica all'efficienza totale è risultato molto alto, comunque sempre superiore a quello della frazione >2 μm.

Nello Stretto di Messina, i valori di Kb%, nel loro insieme, risultano simili

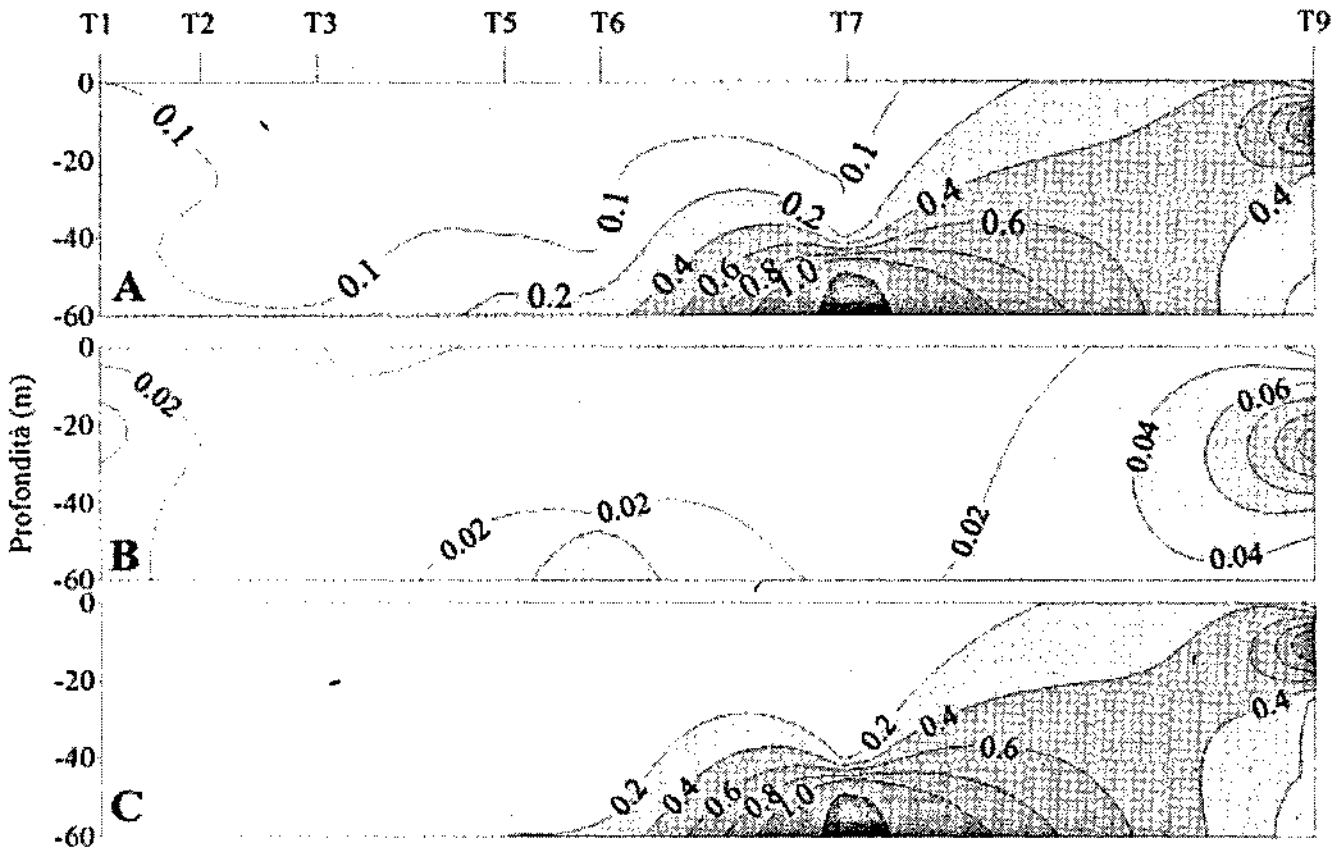


Fig. 4 - Distribuzione spaziale dell'efficienza fotosintetica (Kb%) del: A) fitoplancton totale; B) fitoplancton >2μm; C) picofitoplancton (2-0.2 μm)lungo il transetto esaminato.

Spatial distribution of photosynthetic efficiency (Kb%) of: A) total phytoplankton; B) phytoplankton >2μm; C) picophytoplankton (2-0.2 μm) along the transept.

a quelli riferiti da Subba Rao (1981) per le aree più produttive (0.12 Mar d'Arabia; 0.24 Mar dei Caraibi) e notevolmente più elevati di quelli medi ottenuti in aree oceaniche oligotrofiche (0.02 Mar dei Sargassi; 0.07 Oceano Indiano). L'andamento medio per colonna d'acqua del Kb% nelle diverse stazioni indica un'efficenza pari a 0.03 (m^{-1}) nel Mar Tirreno, che diminuisce drasticamente in corrispondenza della sella, per poi aumentare gradualmente e giungere al suo valore massimo nella stazione più meridionale dello stretto (staz. T9). Una tale condizione sembra imputabile al fatto che, dopo la forte turbolenza provocata dalla risalita delle acque (staz. T5), la popolazione fotoautotrofa che per prima si adatta alle nuove condizioni di illuminazione è quella di più piccole dimensioni (Mc Manus and Peterson, 1988) che viene trasportata nello strato superficiale a sud in acque ricche di nutrienti e meno turbolente.

L'andamento dei valori di α^B, compreso fra 1.4 e 0.01 (mgC [mg-Chl h]$^{-1}$ [μE

m^{-2} $sec^{-1}]^{-1}$), è risultato molto simile a quello del Kb% sia per quanto riguarda la distribuzione spaziale che il contributo delle singole frazioni dimensionali del plancton.

Conclusioni

Nello Stretto di Messina l'efficienza fotosintetica (Kb%) appare tipica di ambienti ad elevata produttività. Essa raggiunge i suoi massimi a quote caratterizzate da un'irradianza di circa il 20% di quella superficiale corrispondenti a profondità comprese fra 20 e 30 metri. Gli unici valori di Kb% superiori all'unità sono stati misurati nelle biocenosi con forte attività degli organismi di dimensioni più piccole, normalmente più efficienti di quelli del microfitoplancton (Fogg, 1986).

I due parametri fotosintetici utilizzati per esprimere l'efficienza (Kb%, a^B) sono risultati strettamente correlati (R^2= 0.739 P>1%) come avviene per P e P/B, indicando in tal modo la possibilità di utilizzare anche α^B in questo tipo di indagini.

I fenomeni di divergenza nello stretto influenzano in modo determinante sia il tasso di assimilazione del carbonio che l'efficenza del processo fotosintetico. Infatti, con acque tirreniche superficiali (δ_t= 27.9-28.2) si registrano valori di Kb% <0.1 (m^{-1}) e 0.5 mg C m^{-3} h^{-1} (media ponderata per colonna d'acqua); in acque miste (δ_t= 28.3-28.4), con forte turbolenza, si osservano i minimi di efficienza (≤0.05); mentre in quelle mescolate della zona meridionale (δ_t= 28.4-28.8) si raggiungono i massimi (fig. 5) associati alla maggiore produzione (3 mgC m^{-3} h^{-1}, media ponderata per colonna d'acqua) come osservato anche da Cescon *et al.* (in stampa).

Inotre, il diverso contributo delle frazioni dimensionali evidenzia che la com-

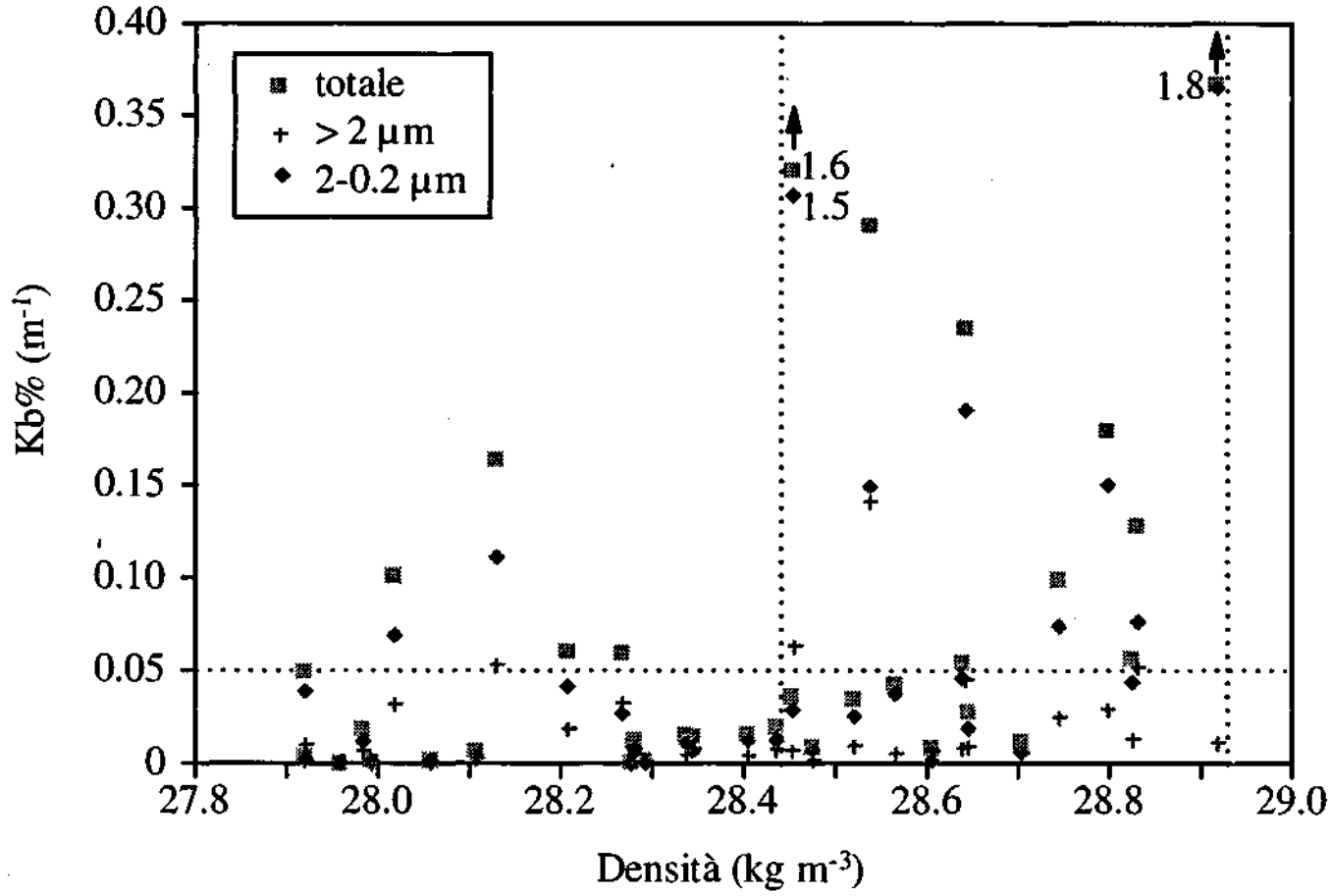


Fig. 5 - Rapporto tra l'efficienza fotosintetica delle frazioni dimensionali del fitoplancton e la densità delle acque(δ_t).

Photosynthetic efficiency of phytoplankton size-fractions in relation to water density (δ_t).

ponente >2μm ha un'efficienza sempre < 0.05 mentre quella picofitoplanctonica presenta valori molto più elevati.

L'insieme dei risultati ottenuti evidenzia l'influenza dei fattori ambientali forzanti sul sistema (upwelling, turbolenza, mescolamento delle acque ed arricchimento in nutrienti) sulla produttività, efficienza e risposta fisiologica della comunità fotoautotrofa dello Stretto di Messina.

Summary

In the Straits of Messina the strong tidal currents as well as the morphological features are responsible for the upwelling of deep waters to the photic layer.

The phytoplankton efficiency (Kb%), given by the ratio of primary production to surface irradiance when both are expressed in calories, is distribuited as the upwelled colder, saltier, nutrient-rich waters.

This photosynthetic index shows a higher values in the southern side of the Straits; whereas lower values of efficiency are obtained, close to the sill, where a strong vertical mixing occurs.

Both C^{14} assimilation and efficiency of phytoplankton seem to be influenced by upwelling and mixing of the waters. These forcing factors regulate the development of the biological community in the Straits of Messina.

Bibliografia

DE DOMENICO E., CORTESE G., PULICANO' G. (1995) - Chemical characteristics of waters in the Straits of Messina. In: *The Straits of Messina Ecosystem. Proceedings of the Symposium held in Messina, 4-6 aprile 1991*. Guglielmo L., Manganaro A. e De Domenico E. (Eds): 31-41.

DECEMBRINI F., MAGAZZU' G. (1990) - Clorofilla, Numero di Assimilazione ed ATP del picoplancton fotosintetico nei mari italiani. *Oebalia*, **16** (1): 443-456.

BHOM E., MAGAZZU' G., WALD L., ZOCCOLOTTI M.L. (1987) - Coastal currents on the Sicilian shelf south of Messina. *Oceanologica Acta*, **10** (2): 137-142.

CESCON B., AZZARO F., CREAZZO S., DECEMBRINI F., MAGAZZÙ G. (in stampa) - Processes affecting upwelling and primary productivity of the Strait of Messina. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*

FOGG G. E. (1986) - Picoplankton. *Proc. R. Soc. Lond.*, **228**: 1-30.

GUGLIELMO L., CRESCENTI N., COSTANZO G., ZAGAMI G. (1995)- Zooplankton and micronekton communities in the Straits of Messina. In: The Straits of Messina Ecosystem. *Proceedings of the Symposium held in Messina, 4-6 aprile 1991*. Guglielmo L., Manganaro A., De Domenico E. (Eds): 247-269.

HARRISON W.G., PLATT T. (1986) - Photosynthesis - Irradiance relationship in polar and temperate phytoplankton populations. *Polar Biol.*, **5:** 153-164.

PANELLA S., MAGAZZÙ G. (1978) - Analisi dei pigmenti fitoplanctonici. In: *Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria.* G.M. Vibo Valentia (Ed.): 19-34.

MAGAZZU'G., ANDREOLI C. (1971) - Trasferimenti fitoplanctonici attraverso lo Stretto di Messina in relazione alle condizioni idrografiche. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **26**: 125-193.

MAGAZZU' G., AUBERT M., DECEMBRINI F. (1995) - The Effect of tidal movements on planktonic transfer through the Straits of Messina. In: *The Straits of Messina Ecosystem. Proceedings of the Symposium held in Messina , 4-6 aprile 1991*. Guglielmo L., Manganaro A., De Domenico E. (Eds): 191-202.

Mc MANUS G. B. and PETERSON W. T. (1988) - Bacterioplankton production in the nearshore zone during upwelling off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **43**: 11-17.

PARSONS T.R., TAKAHASHI M., HARGRAVE B. (1984) - Biological oceanographic processes. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford.

PLATT T. (1969) - The concept of energy efficiency in primary production. *Limnology and Ocenography*, **14** (5): 653-659.

STOCKER J.G., ANTIA N.J. (1986) - Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems: a multiplinary perspective. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, **43**: 2472-2503.

SUBBA RAO D.V. (1981) - Photosynthetic efficiency in Lawsonn's Bay on the East Coast of India. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **66**: 29-35.

VERCELLI F, PICOTTI M.(1926) - Crociere per lo studio dei fenomeni nello Stretto di Messina: Il regime fisico-chimico delle acque dello Stretto di Messina. *Comm. Inter. del Mediterraneo*, Venezia: 1-161.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 59-65

L.G. GATTI, V. GAIANI, E.A. FANO

Dipartimento di Biologia, sez. Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

VARIAZIONI STAGIONALI E NICTEMERALI DELLA FAUNA MOBILE NELLA SACCA DI GORO (DELTA DEL PO)

SEASONAL AND DIEL VARIATION OF MOTILE FAUNA IN A LAGOON ENVIRONMENT

Abstract

We have studied diel variation in abundance and structure of macrobenthic communities sampled in different microhabitat, macroalgal beds and bare sediments, in the Sacca di Goro, a lagoon in Po River Delta.

Key-words: motile fauna, diel variation, macroalgae, bare sediment.

Introduzione

In ambiente lagunare le relazioni che intercorrono tra complessità dell'habitat e struttura delle comunità macrobentoniche non sono un argomento ben studiato. E' stato dimostrato però che le zone coperte da vegetazione, rispetto alle zone prive di copertura vegetale, risultano un microhabitat preferenziale per il macrobentos, infatti in esse si riscontra una densità animale maggiore (Lewis 1984, Everett 1994); inoltre se si paragona la densità animale delle zone a fanerogame con quella presente sui banchi macroalgali si osserva una maggiore abbondanza animale su questi ultimi (Lewis 1987); in genere si può riscontrare quindi una maggiore densità ed abbondanza di taxa animali nelle zone caratterizzate dalla componente vegetale sia rizofitica che pleustofitica che potrebbe essere messa in relazione con la maggiore eterogeneità offerta dal microhabitat vegetale (diversa architettura e differenti caratteristiche biochimiche) rispetto a quella offerta dal sedimento nudo (Schneider e Mann 1991).

Scopo di questo lavoro era analizzare le comunità macrobentoniche associate a letti macroalgali e a sedimento nudo nella Sacca di Goro, laguna del Delta del Po, allo scopo di verificare le eventuali differenze giornaliere e/o stagionali in abbondanza e struttura fra la macrofauna rinvenuta nei due microhabitat.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta nella Sacca di Goro, una laguna situata nella parte meridionale del delta del Po (Alto Mar Adriatico). La laguna riceve acque dolci attraverso il Po di Goro e il Po di Volano rispettivamente situati nella zona orientale ed in quella occidentale della sacca.

I prelievi di macrobentos sono stati effettuati in una stazione posta al centro della laguna, caratterizzata da notevoli scambi con il mare aperto.

In primavera ed in estate, per due anni consecutivi (1994-1995) sono stati effettuati campionamenti di macrofauna sia associata ai letti macroalgali, costituiti prevalentemente da *Gracilaria verrucosa* e *Ulva rigida*, che alle zone libere da

copertura macroalgale, caratterizzate nella stazione di campionamento da un sedimento di tipo limo-argilloso (Dal Cin e Pambianchi 1991); i campionamenti venivano effettuati di giorno (ore 13.00) e di notte (ore 1.00). Per la raccolta dei campioni di fauna fitale è stata immersa e trascinata per 1 metro a circa 20 cm dal fondo una draga con maglia di 490μ con area di raccolta di 0.04 m^2. Per i prelievi di macrofauna associata al sedimento nudo è stata utilizzata una benna di VanVeen con area di prelievo di 0.06 m^2 e 10 cm di profondità. Sono state effettuate 6 repliche ad ogni tempo di controllo per un totale di sei campioni esaminati in ogni microhabitat sia di giorno sia di notte per le due stagioni, in entrambi gli anni di studio.

All'atto di ogni campionamento sono stati registrati alcuni parametri abiotici quali ossigeno disciolto, salinità, temperatura dell'acqua, profondità e trasparenza.

I sei campioni relativi allo stesso microhabitat nella stessa stagione e ora di raccolta, relativi ai due anni successivi, sono stati trattati come repliche dopo aver verificato la non significatività delle differenze, rispetto alla densità totale di animali presenti, mediante analisi della varianza (ANOVA -1 via).

Sono stati utilizzati solo i dati relativi alla epifauna mobile eliminando dall'analisi gli organismi sessili o sedentari.

Tutti i risultati relativi agli animali rinvenuti nei due microhabitat sono stati espressi in termini di densità assoluta espressa come n°ind•m^{-2} relativamente alle due aree di prelievo.

I dati relativi alle densità rinvenute nelle varie situazioni sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA -1via) per evidenziare la significatività delle differenze.

Alle varie comunità sono stati poi applicati gli indici strutturali di diversità (indice di Shannon) e di omogeneità (indice di Pielou). Infine per valutare il grado di similarità/dissimilarità delle varie comunità rinvenute nelle varie situazioni, utilizzando le abbondanze assolute dei singoli taxa presenti trasformate in valore logaritmico, è stata costrutita una matrice di tipo Q (distanze di Manhattan) alla quale è stata applicata una analisi multivariata non parametrica (Multi Dimensional Scaling, M.D.S.).

Risultati

La tabella 1 mostra i taxa mobili raccolti sui due substrati, macroalghe e sedimento nudo, la somiglianza fra le due comunità risulta molto elevata. Infatti dei sedici taxa, dieci sono presenti su entrambi i substrati, due (entrambi gasteropodi) sono esclusivi del sedimento nudo e quattro (un gasteropode e tre crostacei) si rinvengono solo sulle macroalghe.

La comunità fitale é costituita prevalentemente da crostacei e le specie più abbondanti risultano essere *Idotea baltica* e *Gammarus* spp. in primavera, *Corophium insidiosum, Microdeutopus gryllotalpa* e *Gammarus* spp. in estate. La stabilità della comunità é verificabile anche in termini di abbondanza assoluta; infatti l'analisi della varianza dà in genere risultato significativo (Tab. 2).

La comunità associata al sedimento è molto più varia e nessuna specie risulta monopolizzare l'ambiente, comunque quelle più rappresentate sono *Hydrobia* sp., *Neanthes succinea, Corophium insidiosum, Gammarus* spp. e *Chironomus salinarius*. La variabilità é presente anche a livello di abbondanze assolute; infatti l'analisi della varianza dà in genere risultati significativi (Tab. 2).

La densità assoluta (espressa come n°individui•m^{-2}) risulta sempre maggiore

Tab. 1 - Tabella presenza/assenza dei gruppi tassonomici associati ai substrati esaminati.
Taxonomical groups found on both substrata.

MOTILE TAXA	SEDIMENT	MACROALGAE
MOLLUSCA		
GASTROPODA		
Hydrobia sp.	*	*
Hinia reticulata	*	
Haminaea hydatis		*
Bittium reticulatum	*	*
Cyclope neritea	*	
ANNELIDA		
POLYCHAETA		
Neanthes succinea	*	*
ARTHROPODA CRUSTACEA		
DECAPODA		
Palaemon elegans		*
Brachynotus sexdentatus	*	*
Carcinus mediterraneus	*	*
ISOPODA		
Sphaeroma serratum		*
Idotea baltica		*
Caprella sp.	*	*
AMPHIPODA		
Corophium insidiosum	*	*
Gammarus spp.	*	*
Microdeutopus gryllotalpa	*	*
ARTHROPODA INSECTA		
DIPTERA		
Chironomus salinarius	*	*
TOT. TAXA	**12**	**14**

sul sedimento nudo che non sulle macroalghe e tale differenza risulta significativa in estate quando la densità sulle macroalghe diminuisce drasticamente. La diversità calcolata con l'indice di Shannon, è più elevata in primavera sul sedimento nudo mentre in estate è più elevata sui banchi macroalgali, questo in accordo con l'omogeneità calcolata mediante l'indice di Pielou (Tab. 3).

Tab. 2 - Analisi delle differenze di densità (n°ind•m^{-2}) di fauna mobile rinvenute in due stagioni (P=primavera, E=estate) in due tempi diversi (G=giorno, N=notte) su substrati diversi (M=macroalghe, S=sedimento).
ANOVA 1-via n=12 *=p<0.01 n.s.=non signicativo.

Motile fauna density (n°ind•m^{-2}) comparison between two seasons (P=spring, E=summer) along different hours (G=day, N=night) on two substrata (M=macroalgae, S=sediments).
ANOVA 1-via n=12 *=p<0.01 n.s.=not significative.

MACROALGAE				SEDIMENTS			
PGM	vs	PNM	n.s.	PGS	vs	PNS	*
PGM	vs	EGM	n.s.	PGS	vs	EGS	*
EGM	vs	ENM	n.s.	EGS	vs	ENS	n.s.
PNM	vs	ENM	*	PNS	vs	ENS	*

Tab. 3 - Analisi strutturale delle comunità.
Community structural analysis.

STRUCTURAL ANALYSIS				
Macroalgae	PGM	PNM	EGM	ENM
DENSITY (ind•m^{-2}	388.89	616.25	137.08	157.50
DIVERSITY (Hs)	1.31	1.07	1.43	1.58
EVENESS (e)	0.55	0.66	0.69	0.69
Sediments	PGS	PNS	EGS	ENS
DENSITY (ind•m^{-2}	1377.81	627.79	855.57	1033.35
DIVERSITY (Hs)	1.57	1.96	0.95	1.05
EVENESS (e)	0.22	0.30	0.14	0.15

Allo scopo di verificare nel dettaglio a chi fossero imputabili le variazioni strutturali osservate, gli organismi rinvenuti sono stati raggruppati nei gruppi tassonomici più elevati: gasteropodi, crostacei e policheti.

Nella comunità associata alle macroalghe i crostacei che rappresentano almeno il 90% del totale, sebbene in modo non significativo, diminuiscono in estate e aumentano di notte in entrambe le stagioni (Fig. 1).

Nella comunità associata al sedimento diminuiscono significativamente in estate rispetto alla primavera e in entrambe le stagioni diminuiscono significativamente di notte. (Fig. 1).

I Gasteropodi (Fig. 2) non mostrano nella comunità associata alle macroalghe sostanziali variazioni né nel confronto stagionale, né nel confronto giorno/notte. Per quanto riguarda la comunità del sedimento le differenze stagionali non sono significative, mentre tali risultano le differenze giorno/notte, infatti di notte in primavera diminuiscono sensibilmente mentre d'estate aumentano marcatamente.

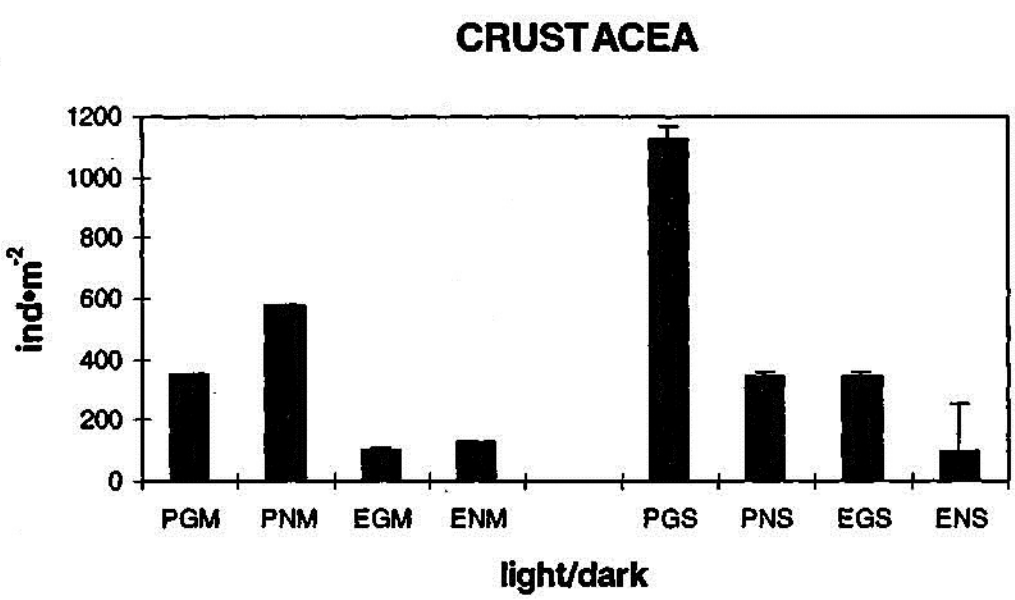


Fig. 1 - Densità (n°ind•m^{-2}) dei Crustacea.
Crustacea density.

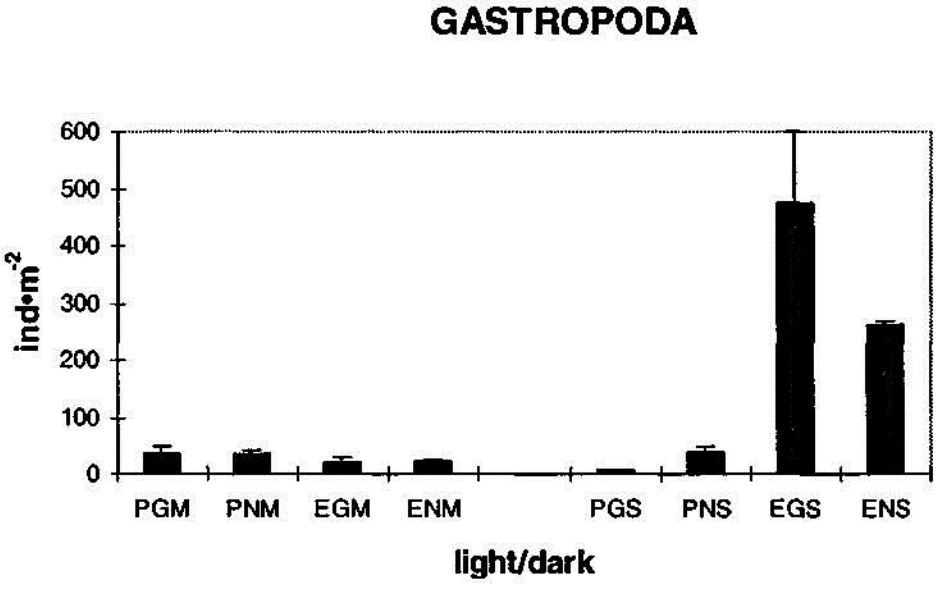


Fig. 2 - Densità (n°ind•m^{-2}) dei Gastropoda.
Gastropoda density.

I Policheti (Fig. 3), peraltro rappresentati da una sola specie (*Neanthes succinea*), sono appannaggio quasi esclusivo del microhabitat sedimentario e aumentano significativamente in estate mentre le differenze giornaliere non danno confronti significativi.

L'ordinamento dei punti/campione effettuato tramite l'analisi multivariata non parametrica Multi Dimensional Scaling (Fig. 4), mostra nel piano i punti relativi

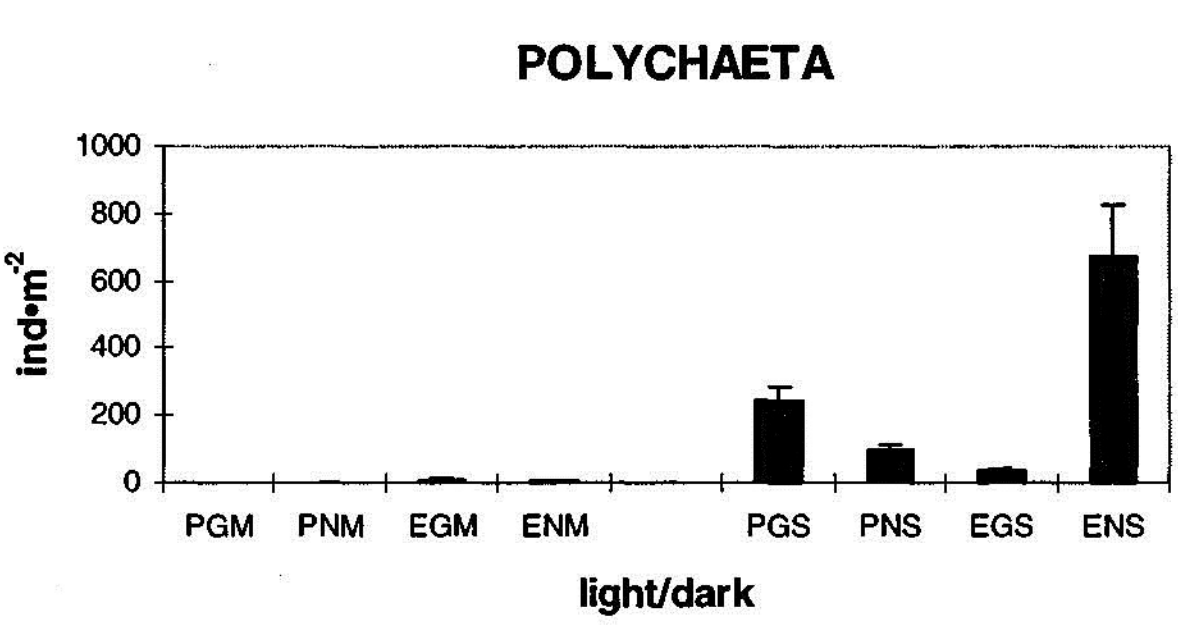


Fig. 3 - Densità (n°ind•m^{-2}) dei Polychaeta.
Polychaeta density.

al sedimento tutti localizzati sulla destra, mentre quelli relativi alle macroalghe tutti posizionati sulla sinistra.

Inoltre mentre è evidente un effetto sia nictemerale che stagionale per i punti relativi al sedimento (i punti sono molto distanziati fra loro), per i punti relativi alle macroalghe è evidente solo un effetto stagione, mentre l'effetto giorno/notte è presente solo in primavera (i punti relativi all'estate coincidono, a rappresentare la quasi completa similarità della comunità rinvenuta in tale microambiente sia di giorno che di notte.

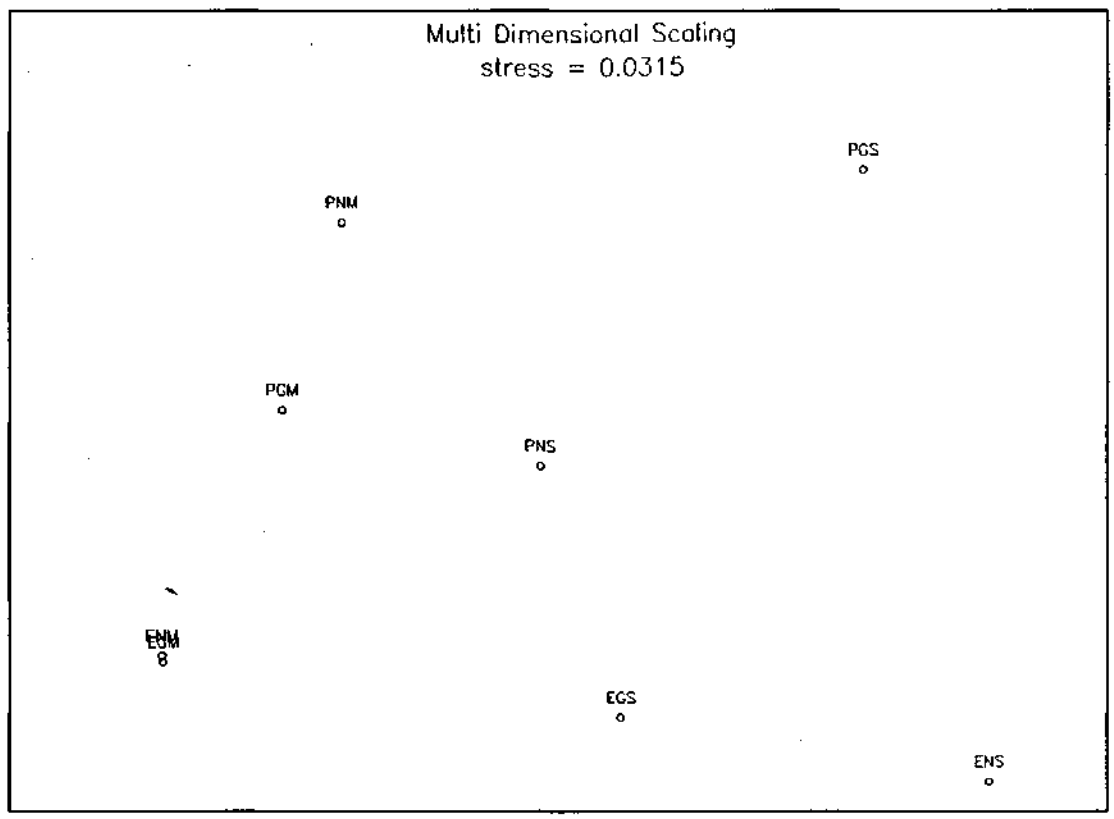


Fig. 4 - Ordinamento su due dimensioni dei punti/campione relativi alla fauna mobile rinvenuta su macroalghe e su sedimento nudo (P=primavera, E=estate, G=giorno, N=notte, M=macroalghe, S=sedimento nudo).

Ordination in 2-dimension using multi-dimensional scaling of the motile fauna collected data on macroalgae and unvegetated sediment (P=spring, E=summer, G=day, N=night, M=macroalgae, S=sediments).

Discussione

I risultati finora esposti mostrano come la fauna mobile che colonizza i due microhabitat presi in esame si differenzi dal punto di vista strutturale, infatti sebbene ci sia una notevole comunanza di taxa, questi risultano diversamente abbondanti sia in termini di densità assoluta che in quelli di abbondanza relativa. I letti macroalgali risultano caratterizzati soprattutto dai crostacei mentre sul sedimento nudo oltre che i crostacei sono ben rappresentati anche i gasteropodi e i policheti, questi ultimi soprattutto in estate; la maggiore importanza dei crostacei su substrati vegetali rispetto al sedimento privo di copertura vegetale è stata anche dimostrata su macrofite (Lewis, 1984). Inoltre contrariamente a quanto dimostrato da altri autori (Lewis, 1984, Everett, 1994) nella Sacca di Goro la comunità associata alle macroalghe é sempre meno densa di quella associata al sedimento nudo.

Le differenze fra le due comunità vengono enfatizzate se si effettuano i confronti nelle stesse stagioni, di giorno e di notte, infatti il grado di similarità che è molto alto in primavera di giorno si abbassa se si confrontano gli animali rinvenuti nelle ore notturne; in estate il fenomeno si inverte ma comunque rimane marcata la differenza giorno/notte. Tali differenze non sembrano imputabili al ciclo biologico delle specie in quanto la comunità rinvenuta in ognuno dei due microambienti risulta poco variabile nel confronto stagionale mentre la somiglianza fra le comunità è più bassa in estate che in primavera.

Le maggiori densità ed eterogeneità della comunità associata al sedimento, rispetto a quelle della comunità delle macroalghe possono essere dovute alla maggiore

diversità dell'habitat sedimentario in termini nutrizionali, mentre le macroalghe forniscono come alimento solo se stesse più gli epifiti che le colonizzano, il sedimento fornisce particellato di varie dimensioni, microalghe bentoniche, macroalghe che si depositano sul fondo, quindi nel nostro caso potrebbe esserci una scelta di microhabitat di tipo trofico e non condizionato dalla struttura del substrato macroalgale (Schneider e Mann, 1991).

La diminuzione delle abbondanze assolute del macrobentos associato alle macroalghe in estate è probabilmente da mettere in relazione con lo stato fisiologico delle alghe stesse, infatti queste terminano il loro ciclo vitale e entrano in decomposizione (Viaroli *et al.* 1993) e l'evento decompositivo sottrae ossigeno dal microambiente, è ipotizzabile quindi che in estate anche gli organismi più propriamente fitali si spostino nelle zone di sedimento nudo alla ricerca di concentrazioni di ossigeno maggiori.

Summary

Macroalgal beds and unvegetated sediment were compared in order to investigate about the seasonal and diel variation of the macrozoobenthic community associated to the substrata. Day and night collections were done in spring and summer in two following years (1994 - 1995) in a lagoon ecosystem (Sacca di Goro, North Adriatic Sea).

In order to evaluate different characteristics of the two communities only the motile epifauna was considered, separed in the most important taxonomical groups: Crustacea, Gastropoda and Polychaeta. The results show differences between tha epifaunal community closely associated to the macroalgal beds and living on bare sediments. Both seasonal and diel variations happen only in the bare sediment.

Bibliografia

DAL CIN R., PAMBIANCHI P. (1991) - I sedimenti della Sacca di Goro (Delta del Po). In Bencivelli S. e Castaldi N. *Studio integrato sull'ecologia della Sacca di Goro* (I° anno di ricerche), Franco Angeli - Provincia di Ferrara, 253-263.

EVERETT R.A. (1994) - Macroalgae in marine soft-sediment communities: effects on benthic faunal assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **175**: 253-274.

LEWIS F.G. (1984) - Distribution of macrobenthic crustaceans associated with Thalassia halodule and bare sand substrata. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **19**: 101-113.

LEWIS F.G. (1987) - Crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee bay, Florida, U.S.A. *Mar. Biol.*, **94**: 219-229.

SCHNEIDER F.J., MANN K.H. (1991) - Species specific relatioships of invertebrates to vegetation in seagras bed. II experiment on the importance of macrophyte shape, epiphyte cover and predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **145**: 119-139.

VIAROLI P., NALDI M., CHRISTIAN R., FUMAGALLI I. (1993) - The role of macroalgae and dretitus in the nutrient cycles in a shallow water dystrophic lagoon. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **25**: 1048-1051.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 66-73

L. Massi, N. Biondi, M. Innamorati, L. Lazzara

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Firenze, Via Micheli, 1 - 50121 Firenze, Italia.

L'ASSORBIMENTO DELLA LUCE DA PARTE DEL FITOPLANCTON E DEL DETRITO

LIGHT ABSORPTION BY PHYTOPLANKTON AND DETRITUS

Abstract

Relationships between a_p, a_{ph}, a_d and chl at 440 and 675 nm have been investigated. Highly significant correlation coefficients appear for a_p and a_{ph} vs chl, while a_d vs chl shows much more variability, suggesting more complex relationships than supposed. In the case of the optical assesment of phytoplankton biomass this variability can affect the goodness of the estimate. A more accurate analysis of detritus genesis and composition related to absorption is recommended.

Key-words: phytoplankton biomass, phytoplankton absorption, detritus absorption, particulates absorption, seawater optical properties.

Introduzione

Nelle acque del 1° caso di Morel (1988) in cui prevale il fitoplancton gli altri componenti otticamente attivi (detrito e sostanza organica disciolta), risultando dalla sua degradazione, sono ad esso correlati. In queste acque l'assorbimento della radiazione solare è essenzialmente dovuto alla biomassa fitoplanctonica, la quale può essere stimata, quindi, misurando le sue proprietà ottiche direttamente in mare, oppure mediante telerilevamento.

La difficoltà di queste stime è data dal fatto che, anche in questo tipo di acque, la concentrazione del detrito e della sostanza organica disciolta non sono in rapporto costante con la concentrazione della clorofilla (Carder *et al.*, 1989; Phinney e Yentsch, 1991; Massi, 1993).

Quindi, al fine della stima ottica della biomassa fitoplanctonica, deve essere valutato il contributo che le sostanze disciolte e sospese danno alla determinazione delle proprietà ottiche dell'acqua marina. Con questa finalità sono stati analizzati i rapporti fra l'assorbimento del fitoplancton e del detrito in relazione alla biomassa stimata mediante i clorofeopigmenti.

Materiali e metodi

I campioni esaminati provengono da aree marine con condizioni trofiche assai differenziate: dalle acque oligotrofiche dell'Arcipelago delle Isole Eolie e dei bacini limitrofi, a quelle più ricche dell'Arcipelago Toscano fino a quelle eutrofiche del Mare di Ross e dell'Adriatico Settentrionale (tab. 1).

Sono stati utilizzati soltanto campioni provenienti dalla zona eufotica di acque del 1° caso di Morel (1988). La zona eufotica è delimitata dalla profondità alla quale il rapporto fra l'irradianza quantica PAR sottomarina e quella superficiale è uguale all'1%. Questa profondità varia nelle zone considerate: circa 25 m nel Mare Adriatico, circa 30 m nel Mare di Ross, fra 50 e 60 m nell'Arcipelago Toscano e fra 75 e 80 m alle Isole Eolie.

Tab. 1 - Zone e periodi di campionamento.
Sampling areas and periods.

Zona di campionamento	Periodo
Mare di Ross	gennaio–febbraio 1995
Adriatico Settentrionale	giugno 1995
Eolie e bacini limitrofi	luglio 1995
Arcipelago Toscano	maggio e settembre 1995

La misura dell'irradianza quantica PAR sottomarina è stata effettuata, contemporaneamente a quella superficiale, con una fotobatisonda munita di sensori LI-COR (Innamorati *et al.*, 1994).

La concentrazione della clorofilla *a* più quella dei feopigmenti (*chl*) è stata calcolata mediante misure spettrofluorimetriche (Perkin-Elmer LS5B) effettuate su estratti acetonici (90%) secondo Lazzara *et al.* (1990), con modifiche riportate in Lazzara *et al.* (1996b).

Le misure degli spettri di assorbimento del particellato marino ($a_p(\lambda)$) raccolto su filtri in fibra di vetro (Whatman GF/F), sono state effettuate, dopo imbibizione dei filtri in acqua marina filtrata, mediante spettroradiometro (LI-COR 1800-UW) munito di sfera integratrice (LI-COR 1800-12S) e sottraendo a ciascun campione il rispettivo spettro di assorbimento del filtro (bianco). Le misure così ottenute sono state corrette per il fattore di amplificazione del cammino ottico (fattore β) secondo Bricaud e Stramski (1990). Gli spettri di assorbimento del particellato depigmentato (detrito; $a_d(\lambda)$), sono stati effettuati sugli stessi filtri dopo 24 ore di estrazione in metanolo puro a 4°C (Kishino *et al.*, 1985) e dopo loro ulteriore imbibizione in acqua di mare filtrata. Gli spettri di assorbimento del fitoplancton ($a_{ph}(\lambda)$) sono stati ottenuti sottraendo quelli del detrito da quelli del particellato ($a_{ph}(\lambda)=a_p(\lambda)-a_d(\lambda)$).

Risultati

In fig. 1 sono riportati $a_p(\lambda)$, $a_d(\lambda)$ e $a_{ph}(\lambda)$, esemplificativi della diversificazione delle condizioni marine considerate. Nei diversi mari l'assorbimento del materiale particellato presenta valori molto differenziati. Appaiono evidenti, inoltre, le differenze nei rapporti fra gli assorbimenti del particellato e del detrito e fra quelli del fitoplancton e del detrito. Queste differenze sono riscontrabili nella forma degli spettri di assorbimento del particellato, i quali presentano, nella porzione del blu, la forma di quelli del fitoplancton dove è scarsa la presenza del detrito rispetto al fitoplancton; mentre nel caso contrario gli spettri hanno una forma molto simile a quella del detrito.

Per approfondire l'analisi delle relazioni fra queste componenti dell'idrosol marino sono state scelte le due lunghezze d'onda significative di 440 e di 675 nm degli spettri, analizzate le distribuzioni e calcolate le regressioni ortogonali dei logaritmi dei loro coefficienti di assorbimento con il logaritmo della clorofilla.

In fig. 2 sono riportati la distribuzione dei punti e le rette di regressione ortogonale dell'assorbimento di $a_p(440)$ (fig. 2a) ed $a_p(675)$ (fig. 2b) rispetto alla biomassa (*chl*). Le regressioni appaiono significative per entrambe le $\lambda\lambda$ con r uguale a 0.898 e 0.910 rispettivamente (tab.2).

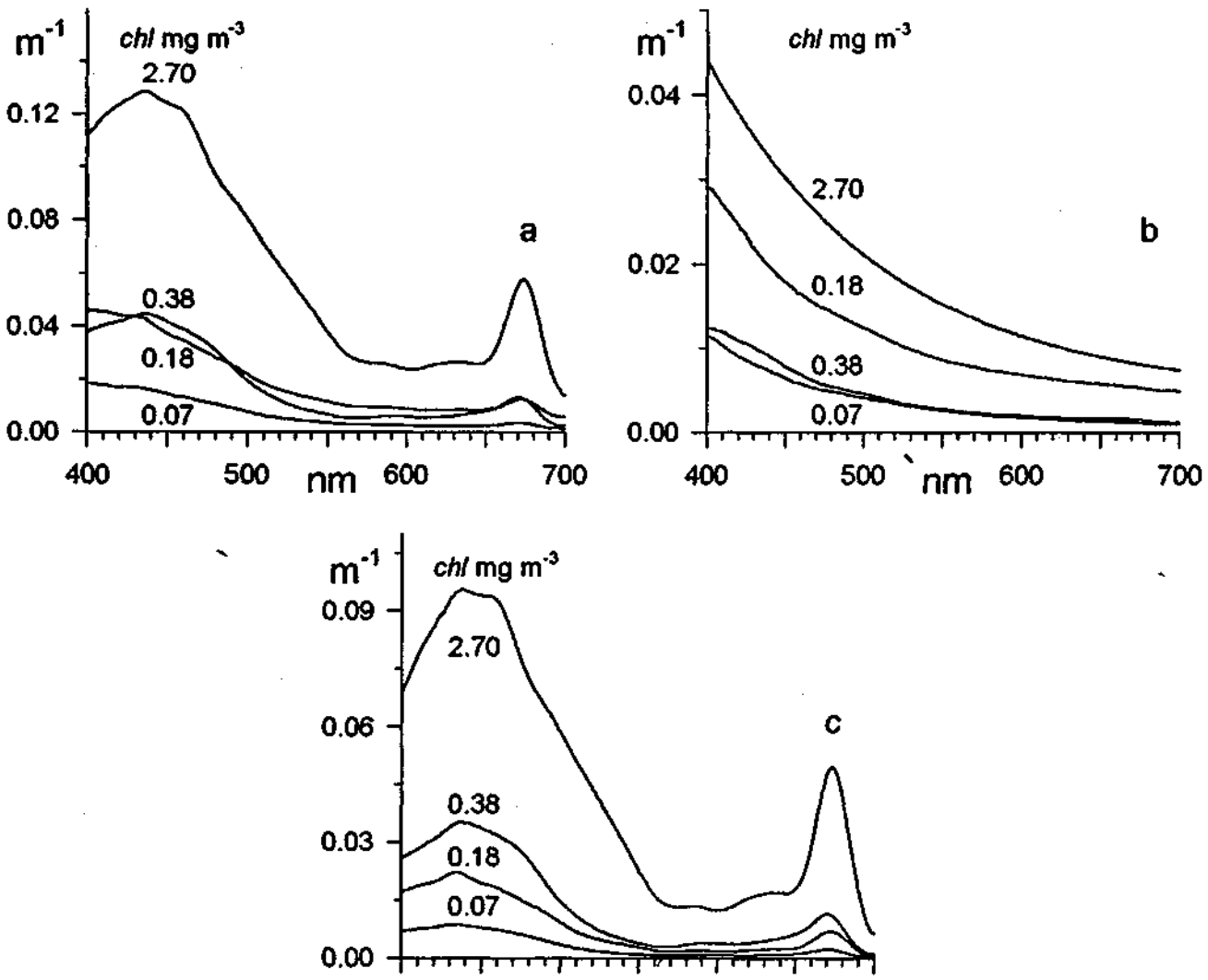


Fig. 1 - Spettri esemplificativi del coefficiente di assorbimento (m^{-1}) del particellato (a), del detrito (b) e del fitoplacton (c) a diverse concentrazioni di clorofeopigmenti (*chl*, mg m^{-3}).

Absorption coefficient spectra (m^{-1}) of particulates (a), detritus (b) and phytoplankton (c) at different chlorophaeopigments concentrations (*chl*, mg m^{-3}).

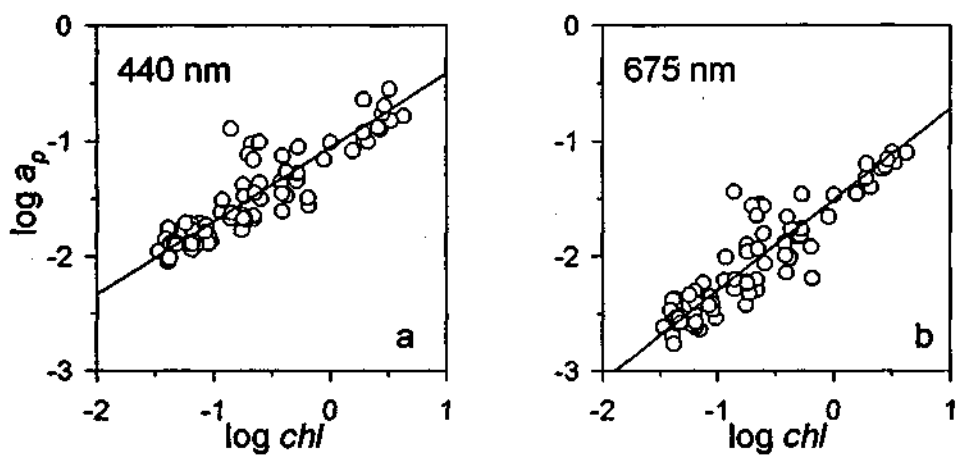


Fig. 2 - Regressioni ortogonali fra log a_p e log *chl*.

Orthogonal regressions between log a_p and log *chl*.

Le regressioni di $a_{ph}(440)$ ed $a_{ph}(675)$ in funzione di *chl* (fig. 3 a, b) sono altamente significative (r=0.961 e 0.966 rispettivamente) ed i parametri della regressione (tab. 2) sono molto simili a quelli pubblicati da altri autori, ad esempio Bricaud *et al.* (1995).

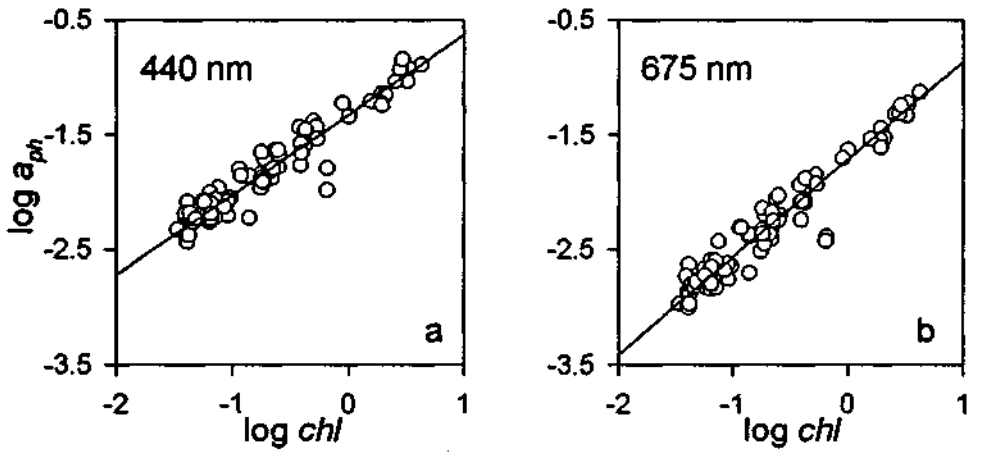


Fig. 3 - Regressioni ortogonali fra log a_{ph} e log *chl*.
Orthogonal regressions between log a_{ph} and log *chl*.

Le relazioni fra i valori lineari delle variabili logaritmiche delle regressioni considerate non appaiono costanti (una retta), ma sono rappresentate da un ramo di parabola ($y=bx^k$; $y=a_{ph},a_p$; $x=chl$; $0<k<1$) che aumenta costantemente all'aumentare di *chl*, con una pendenza che, però, diminuisce. Questo tipo di relazione è conosciuto per l'assorbimento del fitoplancton ed è spiegato con il cosiddetto package-effect. Il package-effect consiste in una diminuzione dell'efficienza dell'assorbimento da parte del fitoplancton in conseguenza del fatto che le molecole dei pigmenti sono racchiuse nelle cellule e all'interno delle cellule concentrate nelle strutture dell'apparato fotosintetico, quindi molecole adiacenti possono "ombreggiarsi" a vicenda (Duysens, 1956; Kirk, 1975; Morel e Bricaud, 1981; Bricaud *et al.*, 1995). Questo spiega, quindi, il valore dell'esponente k minore di 1, nelle regressioni di log a_{ph} e di log a_p in funzione di log *chl*.

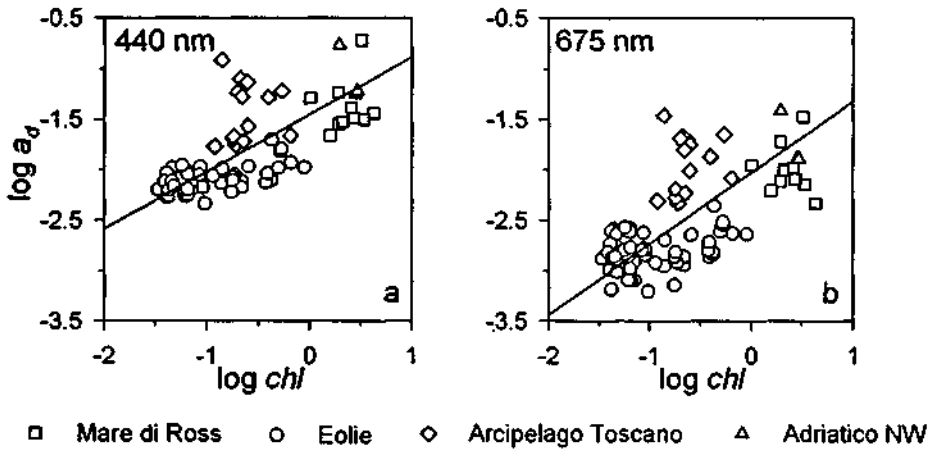


Fig. 4 - Regressioni ortogonali fra log a_d e log *chl*.
Orthogonal regressions between log a_d and log *chl*.

In fig. 4 sono riportati i coefficienti di assorbimento del detrito $a_d(440)$ ed $a_d(675)$ in funzione di *chl*; in questo caso i punti si distribuiscono raggruppandosi per provenienza. A determinate concentrazioni di *chl* si possono distinguere i campioni provenienti dai diversi mari, come se per ognuno di questi il detrito avesse caratteristiche ottiche differenti o differenti rapporti con il fitoplancton. I coefficienti di correlazione (tab. 2) risultano, quindi, molto minori di quelli precedenti.

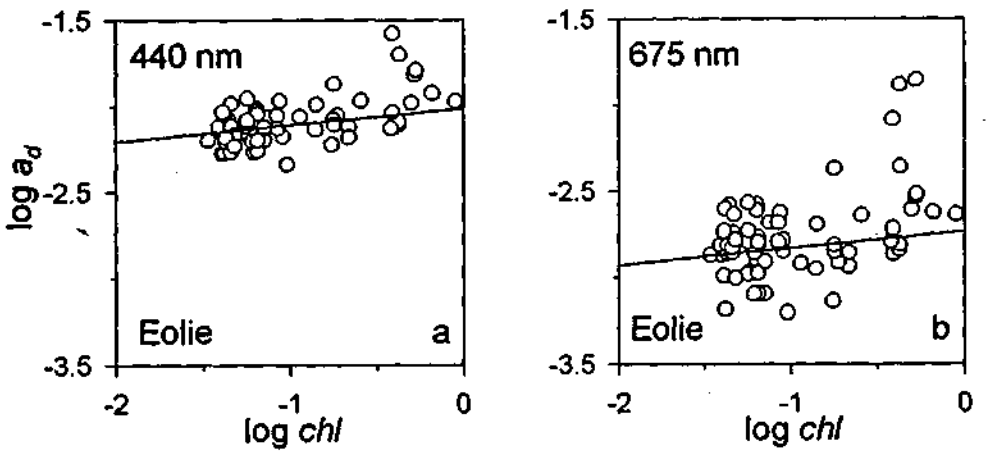


Fig. 5 - Regressioni ortogonali fra log a_d e log *chl* per i soli campioni provenienti dalle Isole Eolie.

Orthogonal regressions between log a_d and log *chl*, including only samples from the Eolian Archipelago.

In fig. 5 sono riportati $a_d(440)$ ed $a_d(675)$ in funzione della biomassa considerando i soli campioni provenienti dalle Isole Eolie e bacini limitrofi; la distribuzione dei punti si presenta quasi parallela all'asse delle ascisse, r è uguale a 0.36 e 0.18 rispettivamente ed i coefficienti angolari k=0.09 e 0.1, come se l'assorbimento del detrito fosse indipendente dal fitoplancton.

L'analisi del rapporto fra gli assorbimenti del detrito e del fitoplancton in relazione alla biomassa (fig. 6) evidenzia la variabilità e quindi la complessità di questi rapporti nei differenti mari. Il loro valore passa da 3.5 a 0.5 e non presenta un

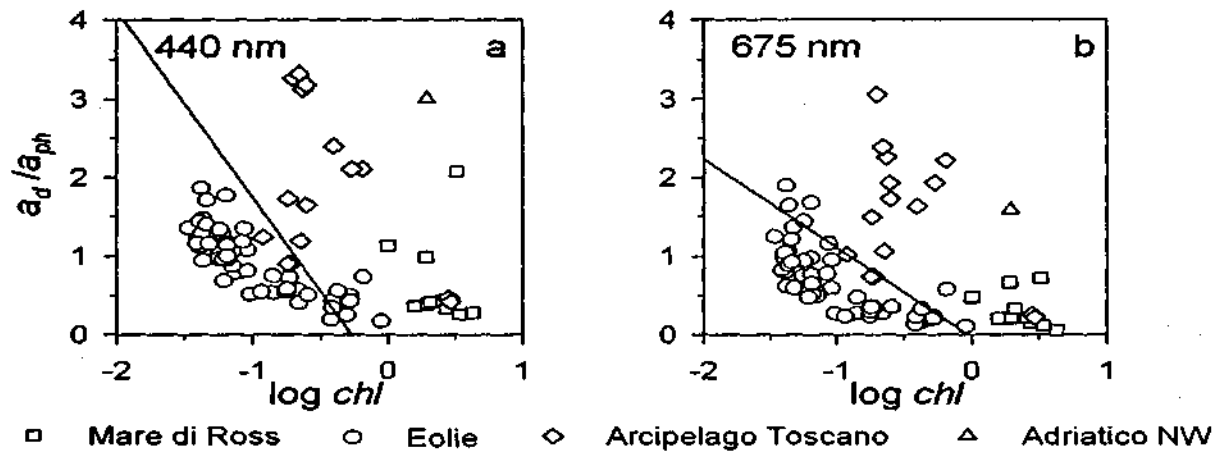


Fig. 6 - Regressioni ortogonali fra il rapporto a_d/a_{ph} e log *chl*.

Orthogonal regressions between the a_d/a_{ph} ratio and log *chl*.

andamento univoco in relazione alla biomassa fitoplanctonica, anche se può evidenziarsi una leggera tendenza generale alla diminuzione del rapporto all'aumentare della biomassa.

	y= log a_p x= log *chl*	y= log a_{ph} x= log *chl*	y= log a_d x= log *chl*	(*)y= log a_d x= log *chl*	y= a_d/a_{ph} x= log *chl*
			440 nm		
N	87	87	87	59	87
r	0.898	0.961	0.689	0.360	0.202
b	-1.051	-1.325	-1.447	-2.014	-0.642
k	0.640	0.696	0.569	0.095	-2.395
			675 nm		
N	87	87	87	59	87
r	0.910	0.966	0.647	0.183	0.281
b	-1.504	-1.713	-2.022	-2.733	-0.027
k	0.790	0.848	0.704	0.097	-1.136

(*) solo Isole Eolie e bacini limitrofi

Tab. 2 - Parametri statistici delle regressioni ortogonali.
Statistical parameters of the orthogonal regressions.

Discussione e conclusioni

Questi risultati suggeriscono che, anche nelle acque del 1° caso di Morel, fra l'assorbimento del detrito e la biomassa fitoplanctonica esistono relazioni più complesse di quanto correntemente supposto.

Ciò significa che non si verifica un generale aumento dell'assorbimento del detrito, proporzionale rispetto a quello del fitoplancton, quando l'ambiente diventa più oligotrofico, come è stato ipotizzato in base allo studio delle relazioni fra le proprietà ottiche del mare (essenzialmente il coefficiente di attenuazione dell'irradianza) e la biomassa fitoplanctonica (Smith e Baker, 1978; Morel, 1988; Gordon, 1989).

Probabilmente rispetto a questo schema interpretativo generale, in natura, intervengono dei fattori che alterano i rapporti fra l'assorbimento del detrito e la biomassa i quali appaiono variabili anche per una stessa area e differenti fra i mari. Ciò va posto probabilmente in relazione con qualità e genesi differenziate del detrito, probabilmente per la diversità delle cenosi fitoplanctoniche, per il differente rapporto fra cellule attive, senescenti e morte, per la variabilità della presenza di residui cellulari prodotti dall'attività di pascolo dello zooplancton (Stramski *et al.*, 1992) e per il diverso grado di aggregazione o la diversa distribuzione dimensionale del detrito.

La non linearità nelle relazioni fra il coefficiente di attenuazione dell'irradianza e la biomassa fitoplanctonica (Smith e Baker, 1978) sembra non essere imputabile ad una relativa diminuzione dell'assorbimento del detrito all'aumentare della concentrazione della clorofilla, ma alla luce di questi risultati (figg. 4-6) e come ipotizzato da vari autori (Morel, 1988; Massi, 1993; Cleveland, 1995), sembra essenzialmente dovuto alle variazioni di entità del cosiddetto package-effect del

fitoplancton (fig. 3), che si presenta più intenso alle alte concentrazioni di biomassa e diminuisce in condizioni oligotrofiche, come in Lazzara *et al.* (1996a).

In conclusione una sistematica variazione proporzionale dell'assorbimento del detrito rispetto a quello del fitoplancton, alle differenti condizioni trofiche delle acque, sembra essere poco evidente a causa della variabilità dell'assorbimento del detrito.

L'interpretazione delle misure delle proprietà ottiche del mare sulla base dei modelli bio-ottici di tipo generale, ai fini della stima della biomassa fitoplanctonica può dare buoni risultati, cioè presentare una bassa probabilità di errore, su ampia scala spaziale e dove le variazioni spaziali e temporali della biomassa sono elevate. In questi casi le stime sono poco influenzate dalla variabilità dei rapporti fra assorbimento del detrito e biomassa. Questa variabilità, ai fini della stima, riducendone la sensibilità, assume una importanza negativa molto maggiore a livello regionale o quando le variazioni temporali della biomassa sono piccole. Risulta, quindi, necessario approfondire lo studio della differenziazione regionale e stagionale delle relazioni esistenti tra l'assorbimento del fitoplancton e del detrito e tra questi e la biomassa fitoplanctonica, anche per poterne comprendere le cause.

Summary

Particulates (a_p), phytoplankton (a_{ph}) and detritus (a_d) absorption related to chlorophaeopigments concentration (*chl*), as biomass estimate, are investigated. Absorption coefficients spectra from the euphotic layer of case I waters of different trophic conditions have been measured. Orthogonal regressions between log a_p (440,675 nm), a_{ph}(440, 675 nm), a_d (440, 675 nm) and log *chl* have been calculated; the correlation coefficients of a_p and a_{ph} *vs chl* appear highly significant, while a_d *vs chl* shows a lower correlation and a separation appears between different seas. In the waters of the Eolian Archipelago a_d seems quite independent from phytoplankton biomass.

The results suggest complex relationships between a_d and phytoplankton biomass also for case I waters, probably related to different genesis and compositions of detritus.

The a_d/a_{ph} ratio does not exhibit a sharp decreasing trend from oligotrophic to eutrophic waters, as it has been previously predicted studying the relationships between optical properties and phytoplankton biomass, owing to the variability of detritus absorption. Interpretation of marine optical properties through in situ measurements or remote sensing, by general bio-optical models based on those relationships, provides good estimates of phytoplankton biomass over large spatial and temporal scales. However, taking into account the low sensitivity of this method, due to the high variability of detritus absorption, the goodness of the estimate is lower for a smaller spatial and temporal scale with little biomass variations.

Bibliografia

BRICAUD A., STRAMSKI D. (1990) - Spectral absorption coefficients of living phytoplankton and nonalgal biogenous matter: A comparison between the Peru upwelling area and the Sargasso Sea. *Limnol. Oceanogr.*, **35** (3): 562-582.

BRICAUD A., BABIN M., MOREL A., CLAUSTRE H. (1995) - Variability in the chlorophyll-specific absorption coefficient of natural phytoplankton: Analysis and parametrization. *J. Geophys. Res.*, **100** (C7): 13321-13332.

CARDER K.L., STEWARD R.G., HARVEY G.R., ORTNER P.B. (1989) - Marine humic and fulvic acids: Their effects on remote sensing of ocean chlorophyll. *Limnol. Oceanogr.*, **34** (1): 68-81.

CLEVELAND J.S. (1995) - Regional models for phytoplankton absorption as a function of chlorophyll *a* concentration. *J. Geophys. Res.*, **100** (C7): 13333-13344.

DUYSENS L.N.M. (1956). The flattening of the absorption spectrum of suspensions, as compared to solutions. *Biochim. Biophys. Acta.*, **19**: 1-12.

GORDON H. (1989) - Can the Lambert-Beer Law be applied to the diffuse attenuation coefficient of ocean water? *Limnol. Oceanogr.*, **34** (8): 1389-1409.

KIRK J.T.O. (1975) - A theoretical analysis of the contribution of algal cells to the attenuation of light within natural waters, 1, General treatment of suspension of pigmentated cells. *New Phytol.*, **75**: 11-20.

KISHINO M., TAKAHASHI M., OKAMI N., ICHIMURA S. (1985) - Estimation of the spectral absorption coefficients of phytoplankton in the sea. *Bull. Mar. Sci.*, **37**: 634-642.

INNAMORATI M., MASSI L., LAZZARA L., CARTEI P. (1994) - Biomassa fitoplanctonica e proprietà ottiche del mare. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 83-88.

LAZZARA L., BIANCHI F., FALCUCCI M., HULL V., MODIGH M., RIBERA D'ALCALÀ M. (1990) - Pigmenti clorofilliani. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera D'Alcalà M. (eds.). Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia.*, **11** (8): 207-235.

LAZZARA L., BRICAUD A., CLAUSTRE H. (1996a) - Spectral absorption and fluorescence properties of phytoplanktonic population at a mesotrophic and an oligotrophic site in the tropical North Atlantic (EUMELI program). *Deep-Sea Res.*, **43** (8): 1215-1240.

LAZZARA L., MASSI L., NUCCIO C., BIONDI N., INNAMORATI M. (1996b) - Phytoplankton ecology: irradiance, particles, gilvin, pigments, absorption, fluorescence, production and species density in Terra Nova Bay, Ross Sea. *Nat. Sc. Com. Ant., Ocean. Camp. 1994-95 Data Rep. I.* (in stampa).

MASSI L. (1993) - Studio della composizione spettrale della radiazione sottomarina in relazione alla concentrazione dei pigmenti fitoplanctonici ed all'assorbimento della radiazione fotosinteticamente disponibile. *Tesi di Dottorato in Ecologia Marina*, V ciclo.

MOREL A. (1988) - Optical modeling of the upper ocean in relation to its biogenous matter content (case 1 waters). *J. Geophys. Res.*, **93** (C9): 10749-10768.

MOREL A., BRICAUD A. (1981) - Theoretical results concerning light absorption in a discrete medium, and application to specific absorption of phytoplankton. *Deep Sea Res.*, **28** (11): 1375-1393.

PHINNEY D.A., YENTSCH C.S. (1991) - On the contribution of particles to blue light attenuation in the sea. *J. Plankton Res.*, **13** (suppl.): 143-152.

SMITH R.C., BAKER K.S. (1978) - The bio-optical state of ocean waters and remote sensing. *Limnol. Oceanogr.*, **23** (2): 247-259.

STRAMSKI D., RASSOULZADEGAN F., KIEFER D.A. (1992) - Changes in the optical properties of a particle suspension caused by protist grazing. *J. Plankton Res.*, **14** (7): 961-977.

Ricerca effettuata con fondi ASI-SYMPLEX, MURST 40% ed ENEA-PNRA.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 74-80

M. PANSINI

Istituto di Zoologia dell'Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

EFFETTI DELLA LUCE SULLA MORFOLOGIA, DISTRIBUZIONE ED ECOLOGIA DI ALCUNE DEMOSPONGE MEDITERRANEE

EFFECTS OF LIGHT ON THE MORPHOLOGY, DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF SOME MEDITERRANEAN SPONGES

Abstract

Light is an important factor in determining the sponge distribution on littoral bottoms. Four Mediterranean species of Demospongiae (two Verongida: Aplysina aerophoba *and* Aplysina cavernicola *and two Petrosiida:* Petrosia ficiformis *and* Petrosia *sp.), showing different ecological requirements according to light intensity, are here considered. The two couples of sponges are, respectively, very close to one another, but may be separated according to morphological, chemical and genetic characters. Since these couples of species are strictly sympatric, even if occupying remarkably different niches, light may have been the ecological factor that determined - probably through progressive isolation - their specific separation. The different habitat preferences of the two species of* Petrosia *(one of which is restricted to cave environment) may well support this hypothesis, whereas a partial overlapping of the two* Aplysina *ranges - at least in the eastern Mediterranean Sea - suggests the existence of a still incomplete specific separation.*

Key-words: Demosponges, light, ecology, chemotaxonomy, Mediterranean Sea.

Introduzione

La distribuzione geografica delle spugne - come accade per la maggior parte degli organismi marini - è largamente determinata dalla temperatura, mentre la luce agisce, su scala più limitata, determinando la distribuzione in relazione all'orientamento dei substrati ed in funzione della profondità. Gli effetti dei fattori chimico fisici e della luce sulla distribuzione delle spugne, riassunti da Sarà e Vacelet (1973), sono stati in gran parte confermati dalle ricerche più recenti.

Il numero delle specie di demosponge litorali fotofile - sia in Mediterraneo sia in diverse aree tropicali - è quasi sempre molto inferiore a quello delle sciafile, ma in condizioni particolari (bassi fondali e ambienti confinati), si possono costituire vere associazioni di spugne fotofile (Sarà *et al.*, 1979; Corriero, 1989).

Le spugne possono proteggersi dalla radiazione solare con pigmenti da loro elaborati o grazie ad organismi simbionti, che si addensano nello strato superficiale (simbiocortex) e la cui concentrazione è proporzionale all'intensità luminosa (Bavestrello *et al.*, 1995 a). La luce, determinando l'abbondanza dei simbionti che intervengono nel trofismo di alcuni poriferi, influenza indirettamente le varie morfosi (Bavestrello *et al.*, in stampa). Le demosponge sciafile sono sensibili anche a deboli variazioni di intensità luminosa, come dimostra la loro distribuzione orizzontale nelle grotte marine. In questi casi, tuttavia, giocano un ruolo determinante l'idrodinamismo, la temperatura e le risorse trofiche disponibili (Pansini e Pronzato, 1982).

La luce, in sostanza, ha un'influenza determinante su molti aspetti della biologia e dell'ecologia dei poriferi ed agisce sia in maniera diretta che indiretta, quasi

sempre in concomitanza con altri fattori. Questo lavoro analizza le differenze morfologiche ed ecologiche che si riscontrano tra alcune demosponge mediterranee (due coppie di specie diverse appartenenti ai generi *Aplysina* Nardo, 1834 e *Petrosia* Vosmaer, 1885) mettendole in relazione con le diverse condizioni di luce alle quali sono sottoposte.

Materiali e metodi

Le spugne studiate sono state raccolte in immersione a circa 10 m di profondità, in diversi siti del Golfo Marconi (Riviera ligure di levante) e nella baia di Porto Conte (Sardegna) ai piedi della falesia e nelle grotte di Capo Caccia. Sono sempre stati paragonati esemplari simpatrici, in maniera da escludere eventuali differenze geografiche.

Per *Petrosia* sono state esaminate e misurate spicole dissociate con HNO_3, disidratate e montate in resina. Per lo studio dello scheletro sono state fatte sezioni a mano (tangenziali e trasversali) di esemplari a secco, chiarificate con xilolo e montate in resina.

Il reticolo di fibre di *Aplysina* è stato separato dalla parte cellulare leggermente macerata, quindi disidratato, chiarificato e montato. Le fibre isolate sono state osservate anche con microscopio a scansione Philips 515. Le analisi chimiche sono state compiute su esemplari conservati a -80°C dal Dipartimento di Chimica delle Sostanze Naturali dell'Università di Napoli (Prof. Ernesto Fattorusso). L'estrazione è stata compiuta con MeOH/Toluene (3:1), la separazione con cromatografia liquida e l'identificazione mediante diverse tecniche spettroscopiche. Maggiori dettagli si trovano sui lavori specifici citati nel testo.

Risultati

Petrosia ficiformis e *Petrosia* sp.

Petrosia ficiformis (Poiret, 1789) è una delle spugne apparentemente meglio conosciute e più comuni del Mediterraneo. Numerosi studi, tuttavia, applicando insieme vari criteri tassonomici, quali la morfometria, l'elettroforesi, la morfologia del sistema acquifero ecc., hanno dimostrato che a questo taxon corrispondono in realtà più specie (Pulitzer-Finali, 1983; Bavestrello e Sarà, 1992; Bavestrello *et al.*, 1994 b). Attualmente sono note in Mediterraneo 3 specie appartenenti al genere *Petrosia: P. ficiformis* (Poiret, 1789), *P. clavata* (Esper, 1794) e *P. pulitzeri* Pansini, 1996.

Le prime due non sono distinguibili in base all'aspetto esterno ma presentano chiare differenze morfometriche (spicole). *P. pulitzeri*, invece, oltre alle differenze scheletriche e spicolari, ha una distribuzione limitata alle grotte oscure (Pansini, 1996) e, in conseguenza, è priva di cianobatteri simbionti. Esiste, infine, una quarta specie di *Petrosia*, non ancora descritta e quindi indicata come sp., che è molto simile come aspetto a *ficiformis*, ma si distingue, già in mare, per le ridotte dimensioni, per la colorazione bianca, per la superficie corrugata e, soprattutto, per la presenza di numerosi processi conici allungati. Essi hanno un supporto scheletrico di spicole non disposte a reticolo, un diametro di base di circa 1 mm e sono alti sino a 2,5 mm.

Le caratteristiche morfologiche di questa specie sono costanti. La sua distribuzione è limitata alle grotte semi oscure e, in tali condizioni, non vive in associazione

con cianobatteri. Il materiale studiato proviene dalla costa ligure, ma la specie è stata segnalata e fotografata anche in grotte della costa mediterranea francese.

La forma e le dimensioni delle spicole e l'organizzazione dello scheletro non consentono di distinguere *Petrosia* sp. da *P. ficiformis* (che è la specie più vicina). Paragonando, tuttavia, con l'elettroforesi enzimatica, esemplari di *Petrosia ficiformis* di forme diverse, raccolti a varie profondità ed in diverse condizioni di luce, con altri di *Petrosia* sp., abbiamo constatato che tre dei loci esaminati (Mpi, Tr ed Es) erano monomorfici in tutti gli esemplari, mentre i rimanenti loci (6 Pgd, Hk, Mdh, Pgi, Ak, Got) presentavano, invece, diversi gradi di polimorfismo (Bavestrello *et al.*, 1994 b). Tuttavia, mentre i classici esemplari a fungo di *Petrosia* e quelli allungati di grotta presentavano gli stessi alleli in comune in tutti i loci esaminati, gli esemplari di *Petrosia* sp. fissavano alleli caratteristici in tutti i loci polimorfici. Esiste quindi un netto isolamento riproduttivo tra *Petrosia* sp. e *P. ficiformis*, nonostante esse vivano, nella zona studiata, in stretta simpatria, rispettivamente nella parte terminale di una grotta superficiale e sotto tetti ombreggiati all'esterno della stessa.

Aplysina aerophoba e Aplysina cavernicola

Le spugne cornee del genere *Aplysina* Nardo, 1834 sono caratterizzate da fibre di un solo tipo, sprovviste di corpi estranei e dotate di un midollo opaco, più o meno spesso, che costituiscono un reticolo a larghe maglie esagonali. Le specie mediterranee qui considerate hanno una tipica colorazione giallo chiara, ma esposte all'aria virano bruscamente al viola e al bluastro per la rapida ossidazione di un pigmento guanidinico. Schmidt (1862), infatti, chiamò *aerophoba* la specie di *Aplysina* che descrisse su esemplari dell'Adriatico. Circa cent'anni dopo Vacelet (1959) descrisse su esemplari di diverse provenienze (Marsiglia, Capo Corso) una seconda specie di *Aplysina* che chiamò *cavernicola* per il suo habitat particolare. La struttura interna e lo scheletro sono pressochè identici nelle due specie, mentre una serie di caratteri quali la forma esterna, le sfumature di colore in vivo, la presenza o meno di processi ramificati, la diversa reazione cromatica ai fissativi, consentono all'osservatore esperto di distinguerle. Tuttavia, una delle caratteristiche distintive più notevoli è la loro diversa ripartizione ecologica: una, infatti, è fotofila (*aerophoba*) e l'altra sciafila (*cavernicola*).

La prima si trova a bassa profondità, anche su fondi calcarei bianchi e assai riflettenti (litorale pugliese) e in lagune costiere (Stagnone di Marsala), la seconda si trova invece sui litorali rocciosi a partire da 30 m circa di profondità o nelle grotte. E' difficile, tuttavia, in assenza di caratteri oggettivi, come tipo e dimensioni delle spicole, discriminare tra le forme intermedie, che tuttavia esistono, tanto che un lavoro condotto su 39 esemplari dell'Egeo (Voultsiadou-Koukoura, 1987) mette in dubbio su basi essenzialmente morfologiche l'esistenza delle due specie.

A. aerophoba e *A. cavernicola*, come altre Verongida, sono state molto studiate anche dal punto di vista chimico per le loro singolari caratteristiche, quali la capacità di elaborare metaboliti bromurati derivati dalla tirosina, il possesso di steroli particolari e l'assenza di terpeni (Bergquist e Wells, 1983).

Tuttavia, date le difficoltà di determinazione, la corrispondenza specifica dei metaboliti secondari studiati in passato non è sempre sicura, e quindi i dati non sono utilizzabili per la tassonomia. Le analisi qui compiute, invece, su esemplari simpatrici delle due specie, costituiscono una verifica dei dati esistenti in lette-

ratura. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 1. L'aerothionina sembra sia sempre presente in grandi quantità in *A. cavernicola* e assente, invece, in *A. aerophoba*. Ciò in accordo con la letteratura precedente (Fattorusso *et al.*, 1970;

Tab. 1 - Principali metaboliti secondari presenti in *Aplysina aerophoba* e *A. cavernicola* di Capo Caccia (Sardegna Nord-occidentale).

Main secondary metabolites in *Aplysina aerophoba* and *A. cavernicola* from Capo Caccia (North-Western Sardinia)

Aplysina aerophoba			**Aplysina cavernicola**		
peso secco dopo estrazione 34,3 g			peso secco dopo estrazione 20 g		
sostanza	quantità	%	sostanza	quantità	%
Aeroplysinina-1	500 mg	1,46 %	Aeroplysinina-1	169 mg	0,85 %
Acetale	50 mg	0,14 %	Acetale	160 mg	0,8 %
Bis-oxazolidone	50 mg	0,14 %	Aerothionina	932 mg	4,7 %
Iso-fistularina-3	570 mg	1,67 %			
Aerophobina-2	tracce				

Fattorusso *et al.*, 1972; Minale *et al.*, 1972; Norte e Fernandez, 1987) ed in particolare con il lavoro di Cimino *et al.* (1983). L'isofistularina-3 si comporta invece in maniera opposta, essendo abbondante in *aerophoba* ed assente in *cavernicola*. Differenze biochimiche così nette in esemplari provenienti dalla stessa area, soprattutto se confrontate con la situazione di altre Verongida (Pansini *et al.*, 1996) confermano la validità della distinzione specifica. Praticamente tutte le differenze morfologiche tra le due specie segnalate da Vacelet (1959) sono state riscontrate nello studio comparativo degli esemplari raccolti in Sardegna. Inoltre, pur tenendo conto del fatto che esiste una certa variabilità intraspecifica nelle dimensioni dello scheletro delle spugne cornee, le fibre di *A. cavernicola* (Fig. 1 a) sono nettamente

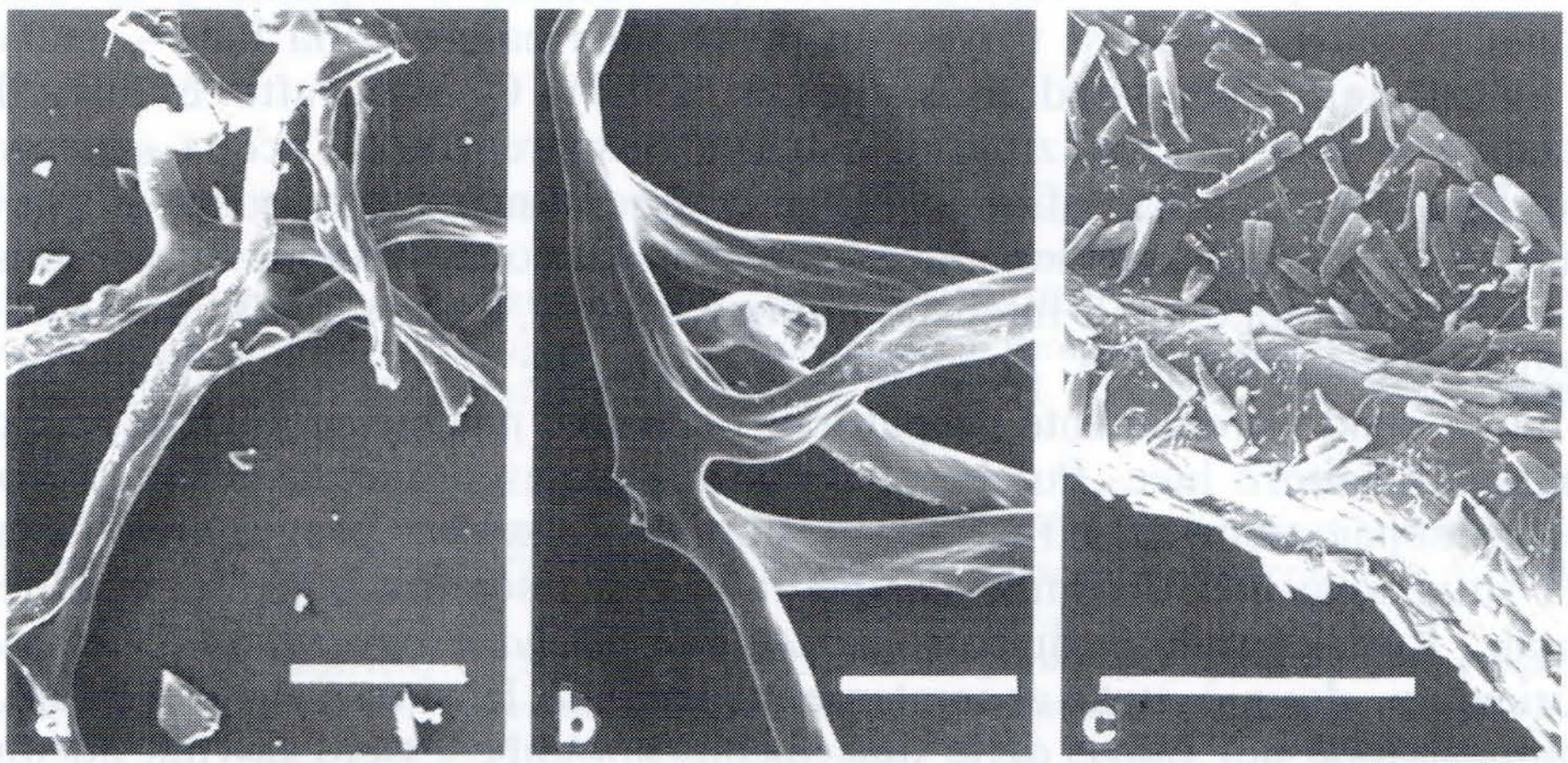


Fig. 1 - a) *Aplysina cavernicola*: fibre periferiche di spongina (barra = 250 µm); b) *Aplysina aerophoba* fibre periferiche di spongina (barra = 250 µm); c) *Aplysina aerophoba*: estremità di una fibra di spongina esposta all'acqua di mare e coperta di epibionti (barra = 100 µm).

a) *Aplysina cavernicola*: spongin peripheral fibres (bar = 250 µm); b) *Aplysina aerophoba* spongin peripheral fibres (bar = 250 µm); c) *Aplysina aerophoba*: epibiotic organisms on the outer part of a spongin fibre exposed to sea water.

più fragili di quelle di *aerophoba* (Fig. 1 b). Questa diversa resistenza è stata rilevata su fibre periferiche ma interne, perchè le estremità libere del reticolo scheletrico, esposte all'acqua di mare ed all'azione di epibionti (Fig. 1 c) si macerano rapidamente e diventano estremamente fragili.

Discussione

Per quanto molte specie di spugne presentino una elevata plasticità fenotipica indotta dall'ambiente (luce, temperatura, idrodinamismo), è generalmente possibile riconoscere una variazione più o meno continua lungo il gradiente rappresentato dal fattore fisico che la condiziona. Per *Petrosia ficiformis*, in particolare, sono state descritte le variazioni di forma in diverse condizioni di luce (Sarà e Vacelet, 1973) probabilmente influenzate dal contenuto di cianobatteri simbionti (Bavestrello *et al.*, 1994 a) e si è tentato di dare una interpretazione alle diverse forme di crescita (Bavestrello *et al.*,`1996) . I diversi morfotipi di *Petrosia* sono comunque in grado di adattarsi ad una vasta gamma di condizioni, sino a quella limite delle grotte oscure, dove sopravvivono anche senza simbionti pur mantenendo dimensioni assai ridotte (Pansini e Pronzato, 1982). L'elettroforesi ha dimostrato che esiste una notevole uniformità genetica tra i diversi morfotipi, al contrario di quanto si verifica nei confronti di *Petrosia* sp. (Bavestrello *et al.*, 1994 b). In quest'ultima specie è comparso e si mantiene costante il carattere "processi conici superficiali". L'emissione di questo tipo di processi è un fatto comune in altre specie di demosponge mediterranee sia sciafile (es. *Reniera mucosa* Griessinger, 1971), sia fotofile (es. la stessa *Aplysina aerophoba*), quindi non si può interpretare come reazione del fenotipo di *P. ficiformis* (che rimane la specie più affine) alla vita in assenza di luce. Anche nel caso di *Aplysina aerophoba* e *A. cavernicola* la variabilità di forma è molto accentuata, ma alcuni caratteri, come la rispettiva presenza/assenza di digitazioni laterali sono costanti in tutte le condizioni di luce. La diversa repartizione ecologica delle due specie, tuttavia, è più netta nel Mediterraneo occidentale e più sfumata nel Mare Egeo, dove *A. cavernicola* si trova - in posizioni riparate dalla luce - anche nella fascia superficiale (Voultsiadou-Koukoura, 1987). Questo fatto è difficilmente interpretabile, perchè in condizioni di maggior trasparenza dell'acqua - come quelle del Mare Egeo - la specie sciafila dovrebbe reagire in maniera opposta. E' probabile, tuttavia, che il fattore condizionante la sua distribuzione verticale sia l'esposizione alla luce solare diretta e non l'intensità luminosa totale, e che quindi tutte le posizioni ombreggiate siano ottimali. E' comunque evidente che le specie esaminate in questo studio - pur essendo strettamente simpatriche occupano nicchie ecologiche rese diverse soprattutto dal fattore luce. Poichè si tratta di specie comunque affini, è possibile che la loro separazione specifica sia avvenuta - forse per progressivo isolamento - in una situazione non dissimile da quella che si riscontra oggi nel Mediterraneo occidentale. Restringendo il discorso ad *A. aerophoba* e *cavernicola*, nel Mediterraneo orientale, dove è stata accuratamente studiata la situazione del Mare Egeo, la sovrapposizione nel range delle due specie potrebbe essere dovuta ad una loro non completa separazione.

Summary

Light is probably the most important ecological factor determining the space distribution of sponges. Sharp light gradients may be identified along coastal cliffs and in marine caves. Demosponge species generally show strict ecological

requirements and often separate along these gradients, occupying slightly different ecological niches.

Four Mediterranean species of Demospongiae (two Petrosiida: *Petrosia ficiformis* and *Petrosia* sp., and two Verongida: *Aplysina aerophoba* and *A. cavernicola*)) were studied in order to verify their specific identity advancing also some considerations on a possible, light-related, speciation mechanism.

Petrosia sp., that shall be described in a further paper, is the fourth species of the genus recorded in the Mediterranean Sea. It is characterized by a small size, a whitish colour and short conical processes uniformly scattered on its surface. The species, which is devoid of symbiothic Cyanobacteria, is confined to the inner part of marine caves. According to the electrophoretical analyses, *Petrosia* sp. is reproductively separated from *P. ficiformis* - the closest species - which inhabits the semi-dark part of the same cave environment.

The two species of *Aplysina* known from the Mediterranean Sea were described by Schmidt in 1862 and Vacelet in 1959. They are almost identical, according to the skeletal frame, and differ for but a few morphological characters (colour, oscule shape, presence of ramified superficial processes). They are ecologically separated because *A. aerophoba* is a photophilous species while *A. cavernicola* is a skiaphilous one. However in the Eastern Mediterranean the range of the two species tends to overlap along rocky cliffs. The analysis of the secondary metabolites produced by the two sponges shows qualitative and quantitative differences supporting their specific separation.

Since both these couples of species are strictly sympatric, even if occupying remarkably different niches, the hypothesis that light could have been the ecological factor that determined - probably through progressive isolation - their specific separation is here advanced. This hypothesis is supported by the different habitat preferences they show. However the partial overlapping of the range of the two species of *Aplysina* - at least in the Eastern Mediterranean - may suggest the existence of a speciation process still in progress.

Bibliografia

BAVESTRELLO G., SARÀ, M. (1992) - Morphological and genetic differences in ecologically distinct populations of *Petrosia* (Porifera, Demospongiae). *Biol. J. Linn. Soc.*, **47**: 49-60.

BAVESTRELLO G., PANSINI M., PRONZATO R., CATTANEO-VIETTI R., SARÀ, M. (1994a) - Variazioni della concentrazione di clorofilla-a in relazione alla profondità in *Petrosia ficiformis* (Porifera, Demospongiae) con cianobatteri simbionti. In *Atti X Congresso A.I.O.L*, ed. G. Albertelli, R. Cattaneo-Vietti, and M. Piccazzo. Genova, Lang: 327-331.

BAVESTRELLO G., PANSINI M., SARÀ, M. (1994b) - The variability and taxonomic status of different *Petrosia* like sponges in the Mediterranean sea. In *Sponge in time and space; Biology, Chemistry, Paleontology*, ed. R. W. M. van Soest, ThM. G. van Kempen, and J. C. Braekman. Rotterdam, A.A. Balkema: 83-92.

BAVESTRELLO G., CERRANO C., SARÀ, M. (1995) *Growth forms of sponges inhabiting marine caves: influence of light and water movement intensity*, EMBS Symposium, Southampton, Book of Abstracts.

BERGQUIST P. R., WELLS, R. J. (1983) - Chemotaxonomy of the Porifera: The development and current status of the field. In *Marine Natural Products: Chemical and Biological Perspectives*, vol. 5, ed. P. J. Scheuer. London, Academic Press: 1-50.

CIMINO, G., DE ROSA S., DE STEFANO S., SELF R., SODANO G. (1983) - The bromo-compounds of the true sponge *Verongia aerophoba*. *Tetrahedron Lett.*, **24**: 3029-3032.

CORRIERO G. (1989) - The sponge fauna from the Stagnone di Marsala (Sicily): Taxonomic and ecological observations. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova*, **53**: 101-113.

FATTORUSSO E., MINALE L., SODANO G. (1970) - Aeroplysinin-I a New Bromo-compound from *Aplysina aerophoba*. *Chem. Commun.*: 751-752.

—. (1972) - Aeroplysinin-1, an antibacterial bromo-compound from the sponge *Verongia aerophoba*. *J. Chem. Soc. Perkin I*, **1**: 16-18.
MINALE L., SODANO G., CHAN W. R., CHEN A. M. (1972) - Aeroplysinin-2, a dibromolactone from marine sponges *Aplysina (Verongia) aerophoba* and *Ianthella* sp. *Chem. Commun.*, **420**: 674-675.
NORTE M., FERNANDEZ J. (1987) - Isolation and synthesis of Aplysinadiene, a new rearranged Dibromotyrosine derivative from *Aplysina aerophoba*. *Tetrahedron Lett.*, **28** (15): 1693-1696.
PANSINI M. (1996) - *Petrosia pulitzeri* n. sp. (Porifera, Demospongiae) from Mediterranean caves. *Ital. J. Zool.*, **63** (2): 169-172.
PANSINI M., PRONZATO, R. (1982) - Distribuzione ed ecologia dei Poriferi nella grotta di Mitigliano (Penisola sorrentina). *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova*, **50**: 287-293.
PANSINI M., CIMINIELLO P., FATTORUSSO E., MAGNO S. (1996) - Possibilità di impiego dei dati chimici sui metaboliti secondari nella tassonomia delle Verongida (Porifera, Demospongiae) dei Caraibi. In *Atti XI Congr. A.I.O.L*, G. Albertelli, A. De Maio e M. Piccazzo (ed.): 827-834.
PULITZER-FINALI G. (1983) - A collection of Mediterranean Demospongiae (Porifera) with, in appendix, a list of the Demospongiae hitherto recorded from the Mediterranean Sea. *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova*, **84**: 445-62.
SARÀ, M., PANSINI M., PRONZATO, R. (1979) - Zonation in photophilous sponges related to water movement in reef biotopes of Obhor Creek (Red Sea). In *Biologie des Spongiaires*, Colloques du C.N.R.S. ed., vol. 291, ed. C. Lévi, and N. Boury-Esnault. Paris: 283-288.
SARÀ, M., VACELET J. (1973) - Ecologie des Démosponges. In: P.P. Grassé (ed), *Traité de Zoologie, III Spongiaires*, Masson et Cie., Paris: 462-576.
SCHMIDT O. (1862) - *Die Spongien des Adriatischen Meeres*. Leipzig, Wilhelm Engelmann: 88 pp.
VACELET J. (1959) - Répartition générale des éponges et systématique des éponges cornées de la région de Marseille et de quelques stations méditerranéennes. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, **16**: 39-101.
VOULTSIADOU-KOUKOURA, E. (1987) - Some remarks on the Mediterranean species of the genus *Aplysina* (Demospongiae, Verongida). In *Taxonomy of Porifera from the N.E. Atlantic and Mediterranean Sea*, NATO ASI Series G ed., vol. **13**, ed. J. Vacelet, and N. Boury-Esnault. Berlin, Springer-Verlag: 275-279.

Lavoro eseguito con il contributo dell'Università di Genova per progetti di ricerca di ateneo.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 81-85

L. Torricelli, A. Peirano

ENEA - Centro Ricerche Ambiente Marino, Santa Teresa, - C.P. 316 - 19100 La Spezia, Italia.

PRODUZIONE PRIMARIA FOGLIARE DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI MONTEROSSO AL MARE (SP): VARIAZIONI LUNGO UN GRADIENTE BATIMETRICO

PRIMARY LEAF PRODUCTION IN THE *POSIDONIA OCEANICA* MEADOW OF MONTEROSSO AL MARE (EASTERN LIGURIAN SEA): VARIATIONS ALONG A DEPTH GRADIENT

Abstract

No significant variation in primary leaf production per shoot with depth (5 to 18 m) was observed, notwithstanding severe light reduction. On the opposite, production per square meter decreased, mainly because reduction in shoot density.

Key-words: *Posidonia oceanica*, primary leaf production, light.

Introduzione

Nell'ambiente marino la luce è uno dei fattori ecologici fondamentali, in quanto determina, attraverso il controllo della produzione primaria, il trofismo dell'ecosistema (Pérès, 1982). Nel caso particolare delle fanerogame marine, l'influenza della quantità di luce sullo sviluppo è stata provata in numerosi studi. Ad esempio, Grice *et al.* (1996) hanno evidenziato che la riduzione della luce comporta diminuzioni di biomassa e produzione primaria, ed induce modificazioni fisiologiche e morfologiche in *Posidonia sinuosa*. In *Posidonia oceanica* (L.) Delile la quantità di energia luminosa che raggiunge la pianta influenza la sua distribuzione in profondità e la produzione primaria (Pirc, 1984; Buia *et al.*, 1992; Pergent-Martini *et al.*, 1994).

Nel presente lavoro vengono esposti i risultati di uno studio condotto sulla prateria di *P. oceanica* di Monterosso al Mare, che aveva lo scopo di comparare i valori di produzione primaria fogliare, per fascio e per m^2, con la diminuzione dell'intensità luminosa lungo un gradiente batimetrico.

Materiali e metodi

Nella baia di Monterosso al Mare, compresa nell'istituendo Parco Marino delle Cinque Terre, è presente una delle poche praterie di *Posidonia oceanica* della riviera spezzina (Bianchi e Peirano, 1995). Essa è stata scelta come sito-pilota per studi a lungo termine (Peirano *et al.*, 1995).

Tra Gennaio e Dicembre 1994 sono stati raccolti, con frequenza stagionale, 20 fasci ortotropi in tre stazioni posizionate su un transetto permanente, presso il limite superiore, nel tratto mediano e in prossimità del limite inferiore della prateria, rispettivamente a 5, 10 e 18 m di profondità (Sandulli *et al.*, 1994). *In situ* sono state effettuate stime di copertura percentuale e misure di densità della prateria effettuando tre repliche con quadrati di 1 m di lato secondo le metodiche riportate in Bianchi *et al.* (1993). In laboratorio sono state eseguite misure dei parametri fenologici sui fasci raccolti secondo le metodiche proposte da Giraud

(1977) mentre il coefficiente A è stato calcolato solo in relazione ai danni meccanici riscontrati sull'apice fogliare. La produzione primaria fogliare per fascio è stata calcolata tramite analisi lepidocronologica (Pergent e Pergent-Martini, 1991; Pergent-Martini *et al.*, 1994). La formula utilizzata è stata: $P = N \cdot (L \cdot 10^{-1}) \cdot (D \cdot 10^{-3})$, dove P è la produzione primaria fogliare per fascio (in gdw·fascio^{-1}·anno^{-1}), N è il numero medio di foglie per fascio e per anno, L è la lunghezza media annuale (mm) della foglia più vecchia intera, D è la densità media annuale delle foglie (mgdw·cm^{-1}). Per il calcolo della produzione primaria fogliare per m^2 i valori di P sono stati moltiplicati per la densità media annuale della prateria (fasci·m^{-2}).

Per stimare la quantità di energia luminosa a livello delle tre stazioni, sono stati utilizzati i dati di trasparenza (disco di Secchi) disponibili in letteratura per l'area di studio, integrati con misure non pubblicate. I dati di trasparenza, hanno permesso di calcolare il coefficiente di estinzione luminosa Kc con la formula: $Kc = 1{,}7 \cdot Sd^{-1}$ dove Sd è la profondità in m di scomparsa del disco di Secchi (Abbiati, 1991). Il valore dell'intensità luminosa alle diverse profondità è ricavato con la formula: $Iz = e^{-Kc \cdot z}$, dove Iz è l'intensità luminosa alla profondità z (m), espressa come percentuale di quella superficiale (Abbiati, 1991).

Risultati

1) *Posidonia oceanica*

Nel 1994, la produzione primaria fogliare per fascio di *P. oceanica* ha presentato valori pressoché uguali nelle stazioni superficiale e intermedia e valori minimi in quella profonda (Fig. 1a). Sebbene il numero medio di foglie N diminuisca regolarmente con la profondità (Tab. 1), tale diminuzione è compensata, nella stazione intermedia, dalla maggiore lunghezza delle foglie (L), che a 10 m non risentono del forte idrodinamismo a cui è sottoposta la stazione superficiale, come indicato dal coefficiente A. Nella stazione profonda, la produzione per fascio è risultata leggermente inferiore,

Tab. 1 - Valori medi (± errore standard) dei seguenti parametri: N= numero medio di foglie per fascio e per anno; L= lunghezza media della foglia più vecchia intera; D= densità media della foglia; coef. A= Coefficiente A; Dp= densità della prateria; Pf=produzione primaria fogliare per fascio; Pp= produzione primaria fogliare per m^2.

Mean values (± standard error) of: N= mean number of leaves for year; L= mean length of entire oldest leaf; D= mean leaf density; coef. A= A Coefficient; Dp= meadow density; Pf= leaf primary production per shoot; Pp= leaf primary production per m^2.

Stazione	Superficiale	Intermedia	Profonda
Profondità	5 m	11 m	18 m
N (foglie·fascio^{-1}·a^{-1})	7,80 ± 0,47	7,10 ± 0,50	6,35 ± 0,51
L (mm)	332 ± 29	384 ± 34	351 ± 27
D (mgdw·cm^{-1})	4,57 ± 1,06	4,29 ± 0,63	4,28 ± 0,52
Coef. A (%)	35 ± 8	15 ± 3	14 ± 4
Dp (fasci·m^{-2})	249 ± 14	300 ± 23	204 ± 11
Pf (gdw fascio^{-1}·a^{-1})	1,18 ± 0,14	1,17 ± 0,22	0,95 ± 0,30
Pp (gdw·m^{-2}a^{-1})	294 ± 23	351 ± 39	195 ± 15

soprattutto a causa del basso valore di N (Tab. 1). Per quanto riguarda la produzione fogliare per m^2 di *P. oceanica*, essa è legata alla densità dei fasci e risulta massima nella stazione intermedia, e minima nella stazione profonda (Fig. 1b).

2) Luce

La trasparenza delle acque nel Mar Ligure orientale è modesta (Della Croce, 1980; Innamorati *et al.*, 1990) e dai dati di Della Croce *et al.* (1992) risulta che il valore medio annuale nell'area di studio è di 11,4 m (disco di Secchi). Tale valore corrisponde nelle nostre stazioni a tassi di illuminazione (Iz) pari rispettivamente al 47% (a -5 m), al 22,5 % (- 10 m) ed all'8 % (-18 m) di quella superficiale (Fig. 1). Peirano e Tunesi (1989) riportano per la zona misure minime di trasparenza pari a 7 m di disco di Secchi. Tale valore corrisponde, in prossimità del limite inferiore della prateria, ad un'illuminazione pari a meno dell'1 % di quella di superficie. La variabilità della trasparenza è comunque estremamente elevata: nei mesi estivi si possono registrare valori intorno ai 18 m, con massimi occasionali fino a 25 m (Peirano, dati non pubblicati).

Discussione

I valori di produzione primaria fogliare per fascio della prateria di *Posidonia oceanica* di Monterosso non differiscono da quelli calcolati con lo stesso metodo

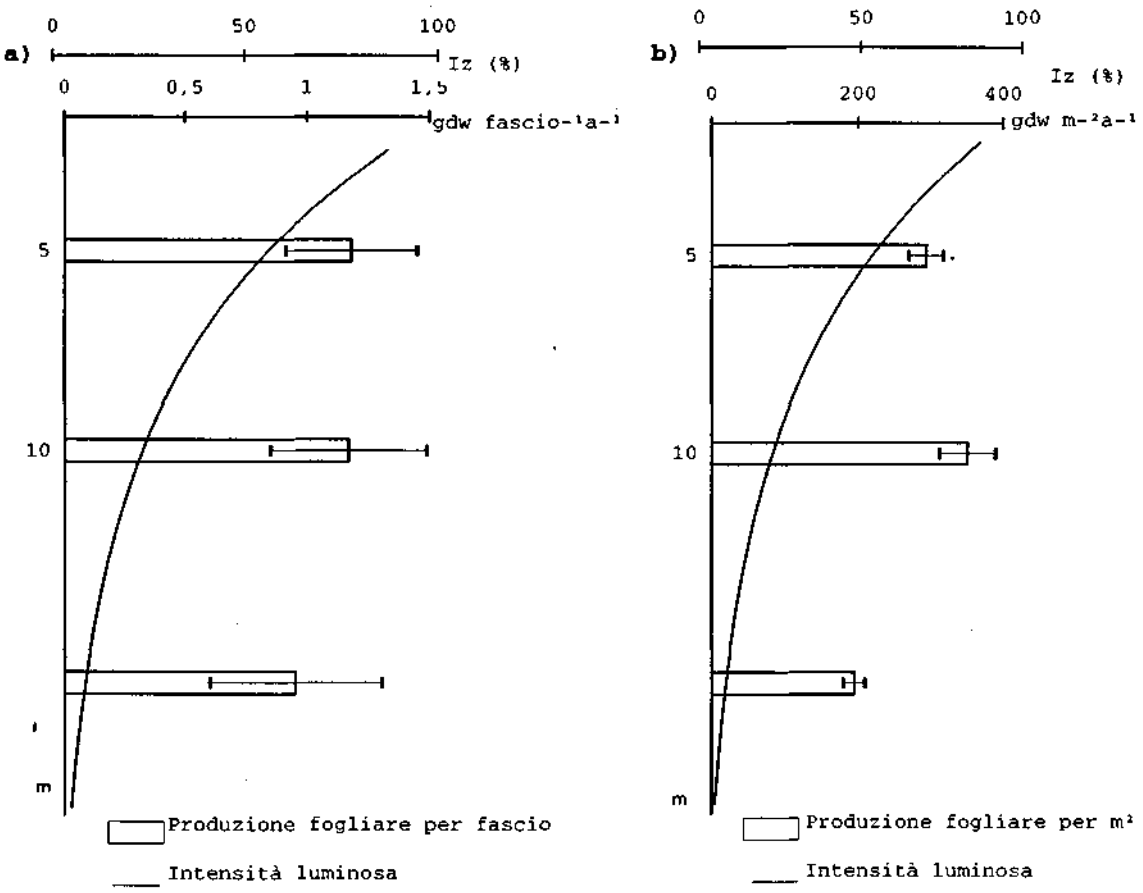


Fig. 1 - Curva di estinzione luminosa (Iz) della luce lungo il gradiente batimetrico (calcolata per una trasparenza media della acque di 11,4 m) espressa come percentuale della luce superficiale; a) produzione fogliare primaria per fascio ($gdw \cdot fascio^{-1} \cdot anno^{-1}$); b) produzione fogliare primaria per m^2 ($gdw \cdot m^{-2} \cdot anno^{-1}$). In entrambi i casi le barre rappresentano l'errore standard.

Light extinction curve (Iz) along a depth gradient (computed for a mean water transparency of 11,4 m); a) leaf primary production per shoot ($gdw \cdot fascio^{-1} \cdot anno^{-1}$); b) leaf primary production per m^2 ($gdw \cdot m^{-2} anno^{-1}$). In both values the bars are the standard error.

in altri siti del Mediterraneo (Pergent-Martini *et al.,* 1994). A Monterosso, tale produzione rimane praticamente costante nelle tre stazioni, nonostante che l'intensità luminosa diminuisca di quasi 8 volte lungo il gradiente batimetrico. Tale risultato appare coerente con l'ipotesi, sostenuta da Pirc (1984), di un adattamento della pianta alla profondità e alla conseguente diminuzione di intensità luminosa.

Variazioni relativamente più cospicue si osservano invece nei valori di produzione primaria fogliare per m^2. Infatti, considerando la diminuzione di intensità luminosa con la profondità la produzione avrebbe dovuto diminuire passando dalla stazione superficiale a quella profonda (Pergent *et al.*, 1994). Tale fatto non si verifica e il minor valore di produzione registrato a carico della stazione superficiale è da imputarsi ai fenomeni di idrodinamismo che determinano lo scalzamento dei fasci dal substrato (Giraud, 1977) e la conseguente minore densità della prateria.

La stazione profonda, pur risentendo notevolmente dell'impatto della costruzione di un terrapieno nelle sue vicinanze (Góngora Gonzàles *et al.,* 1996), ha una produzione fogliare per m^2 minore delle precedenti ma comparabile con altre praterie del Mediterraneo (Pergent-Martini *et al.*, 1994; Pergent *et al.*, 1994). Tale fatto induce a pensare che attualmente la prateria di Monterosso sia in equilibrio con l'ambiente e che la ridotta disponibilità di energia luminosa in profondità, oltre a essere compensata a livello della pianta da adattamenti fisiologici (Pirc, 1984) possa anche essese compensata a livello di prateria da una ridotta densità (Buia e Mazzella, 1989), che riduce gli effetti dell'ombreggiamento ("overshading").

L'attuale limite inferiore della prateria di *Posidonia* di Monterosso è di tipo regressivo (Meinesz e Laurent, 1978) con presenza di matte morta fino a circa 25 m di profondità (Góngora Gonzàles *et al.*, 1996). Secondo Duarte (1991) la profondità di compensazione delle fanerogame marine è raggiunta quando l'intensità luminosa è pari al 10,8% (± 5,4) di quella di superficie e l'attuale profondità del limite inferiore della prateria di Monterosso appare coerente con tale indicazione, con una intensità luminosa calcolata pari all' 8 %. Sulla base del modello proposto da Duarte (1991), che mette in relazione la profondità del limite inferiore delle fanerogame con l'intensità luminosa, è stato calcolato che in passato, quando la prateria raggiungeva i 25 m di profondità, la trasparenza media delle acque a Monterosso doveva essere di 23 m, cioè circa il doppio di quella attuale.

Summary

Coastal waters off Monterosso are turbid and the regressed *Posidonia oceanica* meadows reaches not more than 20 m depth. Primary leaf production, calculated through lepidochronological analysis, showed no significant variation along the depth gradient (5 to 18 m) within the meadow. Reduction of primary production at the regressed deep limit of the meadow was mainly due to shoot density. These results suggest that the plant responds to light decrease through physiological adaptation and the meadow responds through reduction in shoot density, to avoid overshading. Transparency measurements, deduced by literature, allowed to compute light intensity at three sampling stations. The value of mean water transparency before disturbance was deduced from data on meadow regression.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano tutti coloro che hanno collaborato al lavoro di campo, e in particolare: l'equipaggio della motobarca "S.Teresa" del Centro ENEA di La Spezia, Francesco degl'Innocenti della S.O.CNR-La Spezia, la Ditta Submariner

(La Spezia), il Sig. Angelo Benvenuto di Monterosso. Un grazie particolare va al Dott. C.N. Bianchi, che ha sostenuto e incoraggiato il lavoro e rivisto criticamente il manoscritto, al Prof. F. Cinelli per la disponibilità dimostrata e ai due anonimi *referee* per i loro utili suggerimenti.

Bibliografia

ABBIATI M. (1991) - *Lezioni per il corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo.* ISSD, Pisa: 1-329

BIANCHI C. N., COCITO S., MORGINI M., MORRI C., PEIRANO A., SGORBINI S., SILVESTRI C., STOPPELLI N. (1993) - *Haven: indagine sulle praterie di posidonie, relazione finale.* ENEA CRAM S. Teresa, Rapp. int.: 1-74.

BIANCHI C. N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle fanerogame marine della Liguria: Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa.* ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 1-146 pp (44 tav).

BUIA M.C., MAZZELLA L. (1989) - Variazioni a lungo termine in alcuni parametri strutturali di una prateria a *Posidonia oceanica. Nova Thalassia,* 10 (suppl. 1): 533-542.

BUIA M.C., ZUPO V., MAZZELLA L. (1992) - Primary production and growth dynamics in *Posidonia oceanica. P.S.Z.N.I: Marine Ecology,* 13 (1): 2-16.

DELLA CROCE N. (1980) - Misure di trasparenza nelle acque del Mar Ligure ed Alto Tirreno. *Atti del III Congr. AIOL,* Sorrento, 18-20/12/1978: 145-154.

DELLA CROCE N., COVAZZI A., BONOMI A. (1992) - Valori di trasparenza nei mari Ligure e Tirreno. *Atti del X Congr. AIOL,* Alassio, 4-6/11/1992: 125-133.

DUARTE C.M. (1991) - Seagrass depth limits. *Aquat. Bot.,* 40: 363-377.

GIRAUD G. (1977) - *Contribution à la description et à la phenologie quantitative des herbiers à Posidonia oceanica (L.) Delile.* Thèse doctorat 3èmè cycle, Université Aix-Marseille II: 1-150.

GÓNGORA-GONZÀLES E., IMMORDINO F., PEIRANO A., STOPPELLI N. (1996) - Relazioni tra le caratteristiche sedimentologiche e popolamenti a fanerogame nella baia di Monterosso (Mar Ligure): risultati preliminari. *Atti XI Congr. AIOL:* in stampa.

GRICE A. M., LONERAGAN N. R., DENNISON W. C. (1996) - Ligth intensity and the interactions between physiology, morphology and stable isotope in in five species of seagrass. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.,* 195: 91-110.

INNAMORATI M., LAZZARA L., VANNUCCI S. (1990) - Irradianza spettrale sottomarina e biomassa fitoplanctonica. *Oebalia* 16 (suppl. 1): 145-152.

MEINESZ A., LAURENT R. (1978) - Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia* oceanica dans les Alpes-Maritimes (France). Campagne Poseïdon 1976. *Bot. Mar.,* 21: 513-526.

PEIRANO A., TUNESI L. (1989) - Distribuizione delle facies a Gorgonacei sui fondali costieri delle Cinque terre. *Nova Thalassia,* 10 (suppl. 1): 615-616.

PEIRANO A., STOPPELLI N., BIANCHI C. N. (1995) - Tecniche di sorveglianza e studio delle praterie di Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa in Liguria. In: F. Cinelli, E. Fresi, C. Lorenzi, A. Mucedola (eds) *La Posidonia oceanica. Un contributo per la salvaguardia del principale ecosistema marino del Mediterraneo.* Rivista Marittima (Suppl.): 84-87.

PÉRÈS J.M. (1982) - Zonations. In: O. Kinne (Eds), *Marine Ecology.* J. Wiley & Sons Ltd, Chichester, 5 (1): 9-45.

PÉRÈS J.M. (1984) - La régression des herbiers à Posidonia oceanica. In: C.F.Boudouresque, A.Jeudy de Grissac, J.Olivier (eds), *International Workshop on Posidonia oceanica beds.* GIS Posidonie publ., Fr., 1: 445-454.

PERGENT G., ROMERO J., PERGENT-MARTINI C, MATEO M.A., BOUDOURESQUE CF. (1994) - Primary production, stocks and fluxes in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica. Mar. Ecol. Progr. Ser.,* 106: 139-146.

PERGENT G., PERGENT MARTINI C. (1991) - Leaf renewal cycle and primary production of Posidonia oceanica in the bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using lepidochronological analysis. *Aquat. Bot.,* 42: 49-66.

PERGENT-MARTINI C, RICO-RAIMONDINO V., PERGENT G. (1994) - Primary production of Posidonia oceanica in Mediterranean Basin. *Mar. Biol.,* 120: 9-15.

PIRC H. (1984) - Depth-adaptation in Posidonia oceanica (L.) delile. In: C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac, Oliver J. (eds), *International Workshop Posidonia oceanica Beds,* GIS Posidonie publ., Fr., 1: 227-234.

SANDULLI R., BIANCHI C. N., COCITO S., MORGINI M., SGORBINI S., SILVESTRI C., PEIRANO A. (1994) - Status of some Posidonia oceanica meadows in the ligurian coast influenced by the "Haven" oil spil. *Atti del X Congr. AIOL,* Alassio, 4-6/11/1992: 277-286.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 86-97

V. Zupo, W.G. Nelson*

Stazione Zoologica "A. Dobrn" di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos,
Punta S. Pietro - 80077 Ischia (NA), Italy.
*Florida Institute of Technology, Melbourne, FL. U.S.A.

INFLUENCE OF LIGHT ON THE SPATIAL DISTRIBUTION AND THE ECOLOGY OF *HIPPOLYTE ZOSTERICOLA* (SMITH) (DECAPODA, NATANTIA) IN THE INDIAN RIVER LAGOON (FLORIDA, USA)

INFLUENZA DELLA LUCE SULLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE E SULL'ECOLOGIA DI *HIPPOLYTE ZOSTERICOLA* (SMITH) (DECAPODA, NATANTIA) NELLA LAGUNA DELL'INDIAN RIVER (FLORIDA, USA)

Abstract

In the context of a research program aimed at clarifying the trophic relationships of seagrass meadows in the Indian River Lagoon (Florida, U.S.A.), the spatial distribution and the size frequency distribution of Hippolyte zostericola *(Smith) in relation to other resident macrofauna was studied. Distribution was also related to the depth, temperature, and salinity. Laboratory experiments were performed in mesocosms, to determine whether the selection of habitat by the shrimp* H. zostericola *was based on the seagrass species, on the abundance of leaf epiphytes, on the available seagrass surface area or on the density of leaf blades.* H. zostericola *distribution was not significantly influenced by the species of seagrass, the density of leaf blades, the total available surface or the presence of leaf epiphytes. However, there was a significant inverse relationship between the abundance of shrimps and the irradiance level. The shrimp* Palaemonetes intermedius *is an active predator of* H. zostericola *and its predatory efficiency is affected by light intensity. The negative phototactic bebavior of* H. zostericola *may represent an adaptation to predatory pressure whieh influenced its distribution in the sites investigated.*

Key-words: *Hippolyte zostericola,* light, predation, seagrass.

Introduction

The structural complexity of ecosystems such as seagrass meadows has an inhibitory effect on predator success (Nelson, 1979; Heck & Crowder, 1991), probably by inhibiting the movement of the predator (Stoner, 1980;) or by reducing the visibility of prey (Orth *et al.,* 1984). Visual predation in the aquatic environment is strongly correlated with ambient light levels (Vinyard & O'Brien, 1976; Howick & O'Brien, 1983; Estrada, 1986). Seagrass blades may affect prey visibility by attenuation of irradiance under the canopy (Kikouchi, 1980). In situ tests on the influence of light intensity on predation within seagrass beds are available, and laboratory experiments have shown that light levels may interact with habitat complexity to influence the relationships between prey and predator (McFarland, 1986; James & Heck, 1994). While light is a factor widely considered in studies of seagrasses (Rice *et al.,* 1983; Harden, 1994) and larvae (Forward & Buswell, 1989; Forward, 1989; Gili & Macpherson, 1985), its influence on the distribution of seagrass macrofauna is scarcely investigated (Luczkovich, 1988; Main, 1985; Stoner, 1980; Mareden, 1994).

Research was carried out to clarify the abiotic and biotic factors influencing

the distribution of *Hippolyte zostericola* (Smith), a shrimp that is widely distributed in seagrass meadows of the Indian River Lagoon (Florida, U.S.A.) and that may be the numerically dominant seagrass *macrocrustacean* (Gore *et al.*, 1981; Grizzle, 1974). *H. zostericola is* a grazer of plant epiphytes (Leber, 1983) and thus forms an important trophic link to the secondary consumers of seagrass meadows (Adams, 1976).

Materials and methods

Replicate samples of shrimps were collected using a dip net (0.1 mm mesh; square opening of 50 x 30 cm) pushed through the blades of 3 seagrass species *(Halodule wrightii, Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme)* at 2 sites in the Indian River Lagoon: Wabasso and Link Port (Fig. 1). Each sample was collected

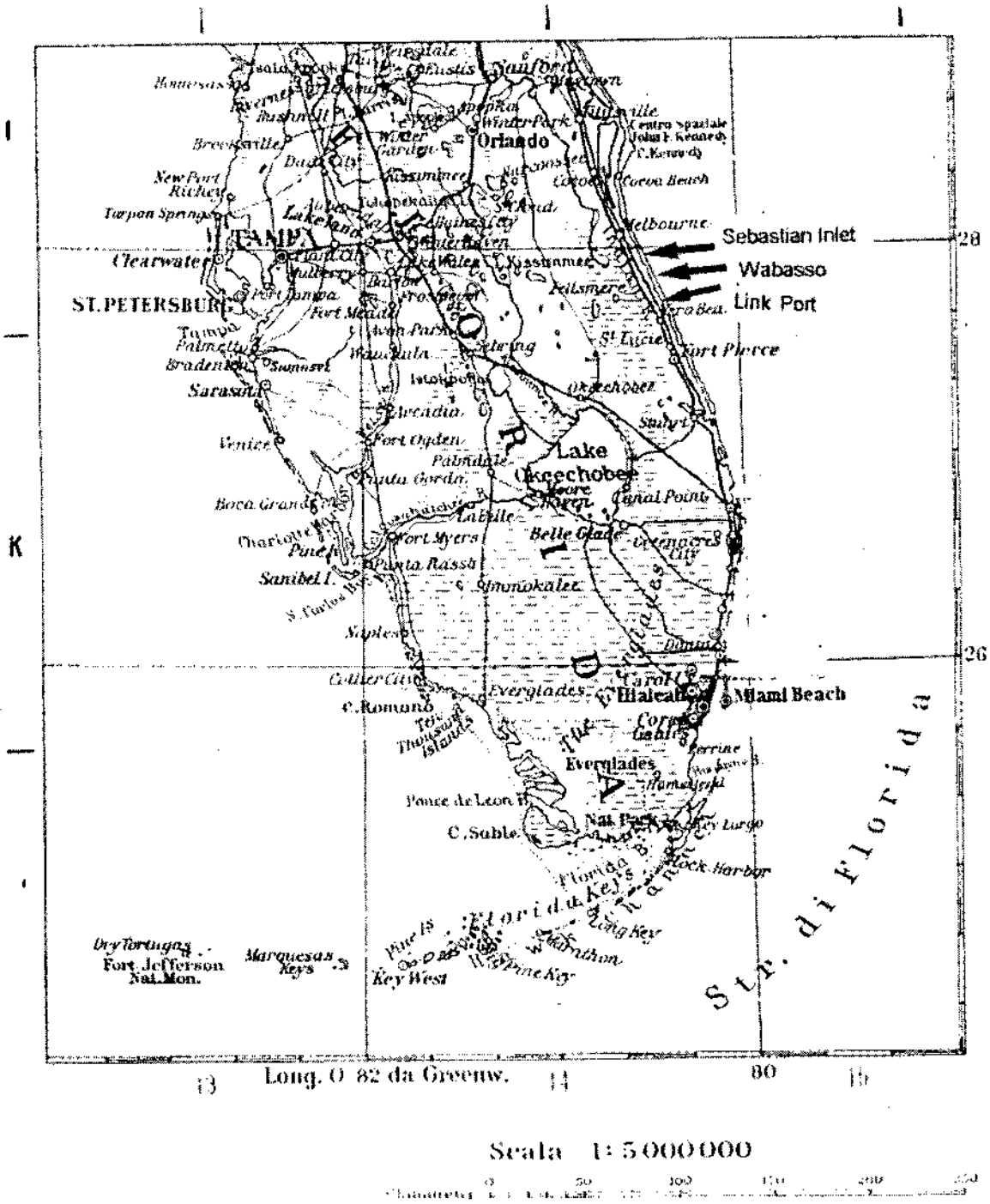


Fig. 1 - Main sampling stations.

Le principali stazioni di campionamento.

over an area of 1 square meter. All the specimens collected were sorted in major taxonomic groups to allow a general comparison of the animal composition of the systems with the abundance of *Hippolyte zostericola.* Two additional samples of drift algae were collected at a site near Sebastian Inlet (Fig. 1): the first one was quantitative, while the second one was qualitative, to provide shrimp specimens for further laboratory experiments. The sex of each specimen of *Hippolyte zostericola* collected was identified on the basis of the shape and size of the first two pleopods (Zupo, 1994); the total length of body (from the rostrum tip to the end of the telson) was measured by means of an ocular micrometer. The numerical abundance of ovigerous females was recorded for each sample. Data on sex and size were plotted to show the size structure of the population.

Thirty additional samples were collected at other sites along the Indian River Lagoon, to record the abundance of both *H. zostericola* and *P. intermedius,* a potential predator of *Hippolyte* (Leber, 1983; Morgan, 1980). The numerical relationships between the two species were analyzed.

Laboratory studies were conducted in 7 aquaria (40 x 20 x 20 cm) filled with 4 cm azoic sand and prefiltered marine water. Each tank, representing a replicate of the same test, was aerated 24 hours before each experiment. Each of three different seagrasses were placed in three corner sections of each tank. The fourth corner was left unvegetated. The position of each seagrass plot in each tank, was randomized (Fig. 2a). An unvegetated eighth tank was used as a control. After the placement of the leaf blades, 20 individuals of *H. zostericola* were introduced in the center of each tank. Test individuals were collected from drift algae, were measured and selected to represent an "intermediate" size (around 10 mm total length), and were stocked in an aerated aquarium for several days and fed with macro-algae. The tanks were placed in a single row with the same orientation such that they received light from a large window at about 50 cm distance. All experiments were started at about 12:00 AM.

The first experiment investigated the choice of seagrass species, using identical number of shoots in each corner. The second experiment was conducted in the

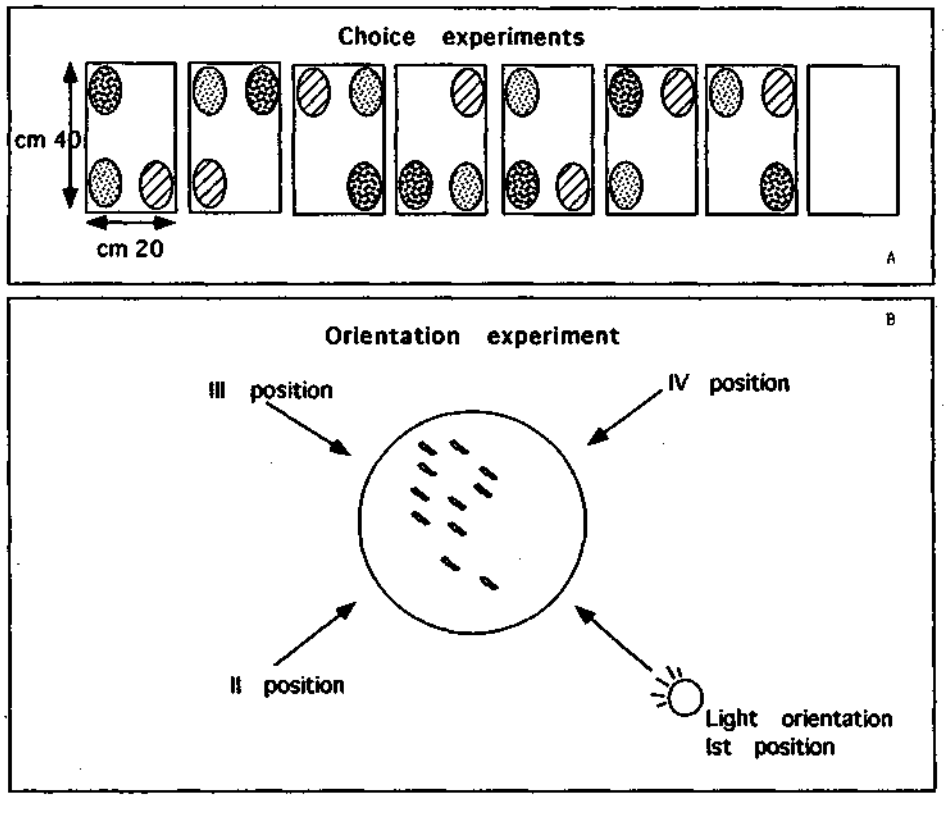


Fig. 2 - A) Plan of work for randomized choice experiments; patterns indicate the three seagrass species inve-stigated. B) Plan of work for orientation experiments.

A) Piano di lavoro per gli esperimenti sulla scelta randomizzata; i tre simboli indicano le tre piante esaminate. B) Piano di lavoro per gli esperimenti di orientamento.

same way, but all epiphytes were removed from the blades. In the third experiment the number of plants in each plot was varied, in order to obtain the same blade surface area. Following Stoner (1980), 350 blades of *H. wrightii,* 220 blades of *S. filiforme* and 42 blades of *T. testudinum* were used to obtain a similar surface area within the three seagrass plots (about 900 cm^2).

Since the distribution of shrimps could be affected by irradiance levels, this parameter was measured prior to each experiment in each plot of plants and in each blank sector, using a "Li-Cor" radiometer. Differences among mean abundance in the sections of a tank were analyzed with one-way analysis of variance. Relationships among variables were analyzed by regression analyses.

To further investigate the response of shrimps to light, a 25 x 20 cm tank was filled with 4 cm of seawater and 50 individuals of *H. zostericola* were added in the center. A light source was placed to one side of the tank. After 3 minutes the position of shrimps was photographically recorded. The light source was then moved 90° and a new photographic record was obtained. The experiment consisted of 4 measures at different light orientations. It was repeated to obtain two replicates for each orientation of light source (Fig. 2b).

Results

Two replicate quantitative samples were collected at Link Port and Wabasso, in each seagrass (totaling 12 samples), for the analysis of the benthic associations in these systems (Fig. 3). Thirty-one samples were collected at various sites, along

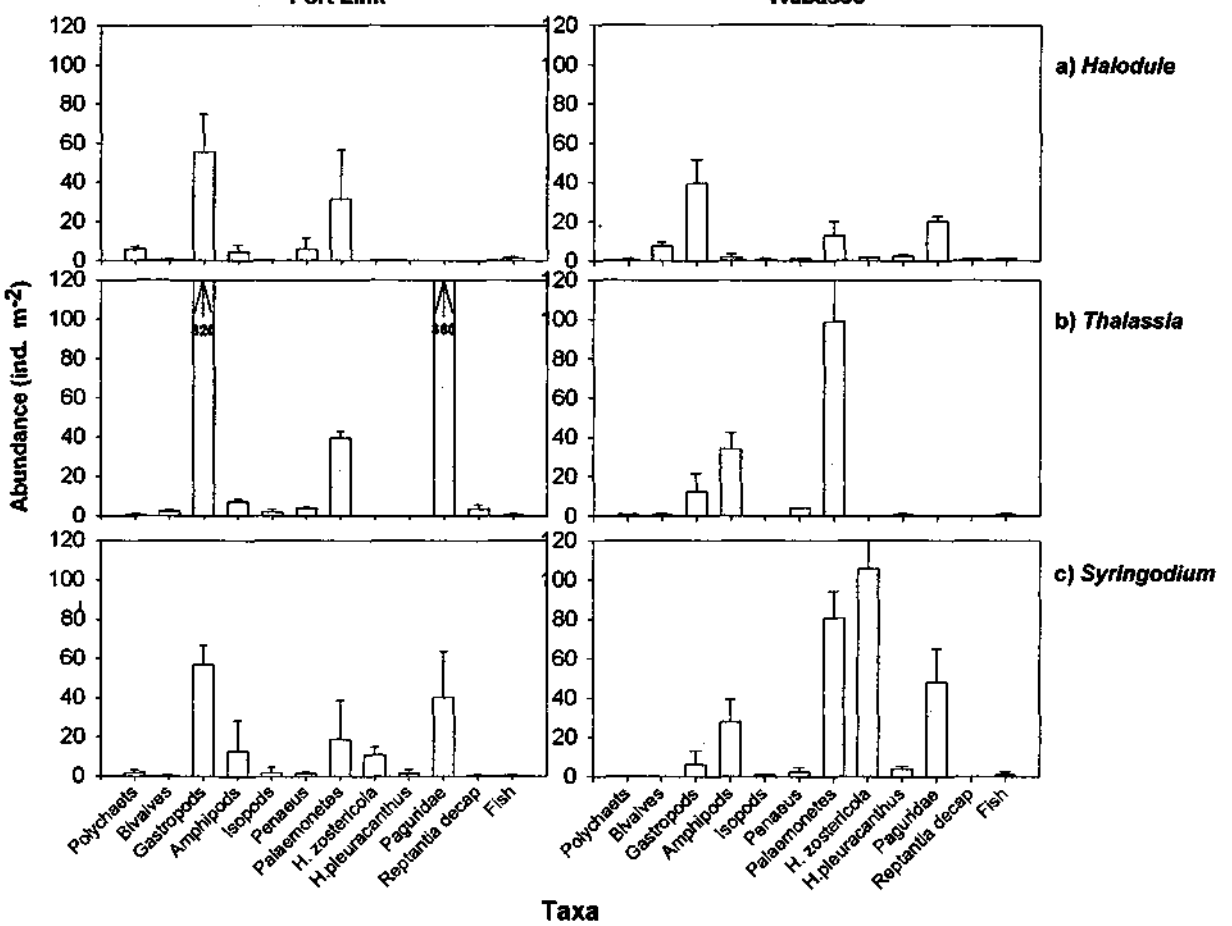


Fig. 3 - Abundance of the main taxa at the two main sites, according to the seagrass species. Bars indicate the mean number of individuals obtained in two replicate samples.

Abbondanza dei principali taxa nei due più importanti siti, in relazione alle specie di fanerogame. Le barre indicano il numero medio di individui ottenuti in due repliche.

the Indian River Lagoon, for the biometric analyses (Fig. 4) and for the study of the numerical relationships between *Hippolyte zostericola* and *Palaemonetes intermedius* (Fig. 5). The differences between each pair of replicated samples were not significant. The average abundance of *Hippolyte zostericola* recorded in pairs of samples performed at different sites/seagrasses were significantly different. Salinity

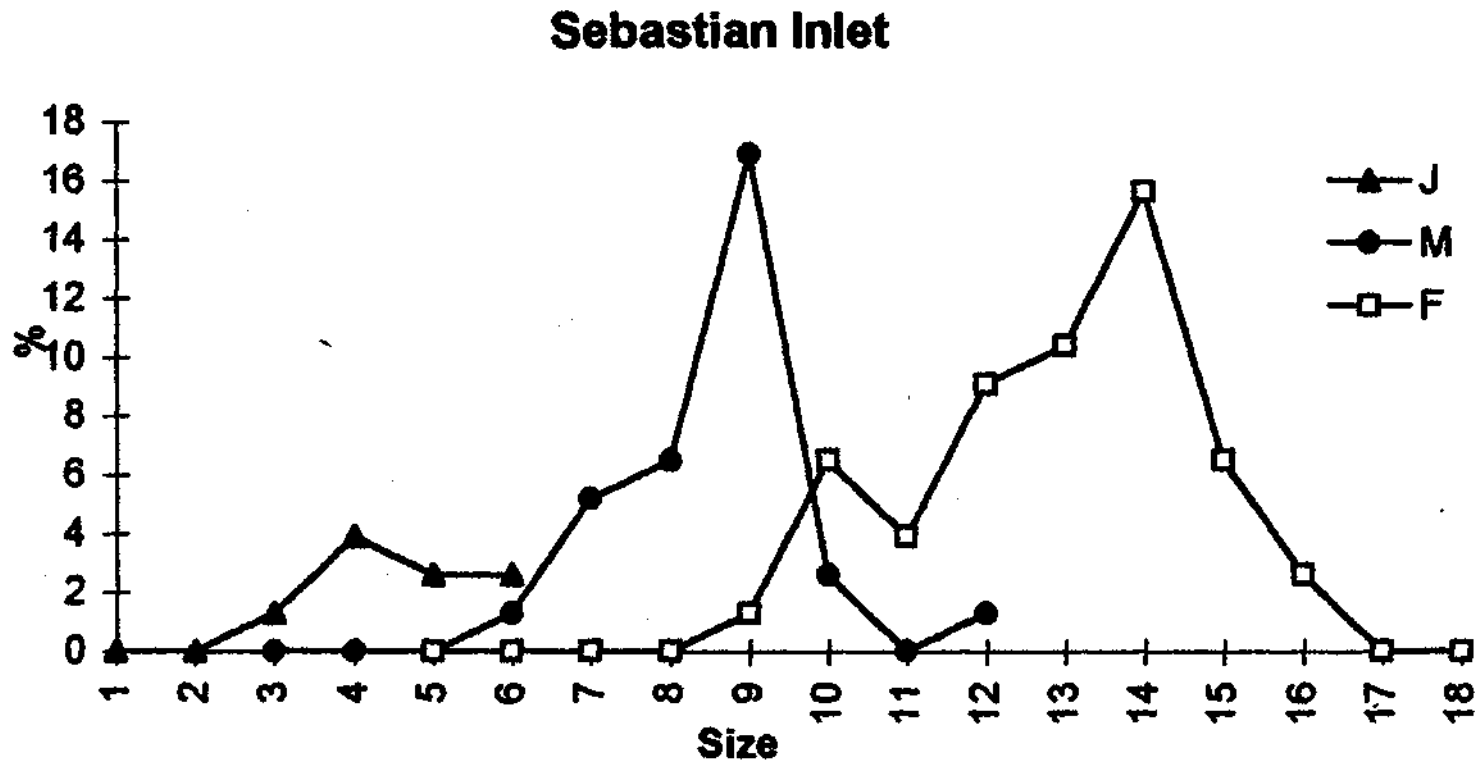


Fig. 4 - Size and sex structure of the population of *H. zostericola* sampled in drift algae at Sebastian Inlet. J: juveniles; M: adult males; F: adult females.

Strutture per taglia e sesso della popolazione di *H. zostericola* campionata tra le alghe alla deriva a Sebastian Inlet. J: giovanili; M: maschi adulti; F: femmine adulte.

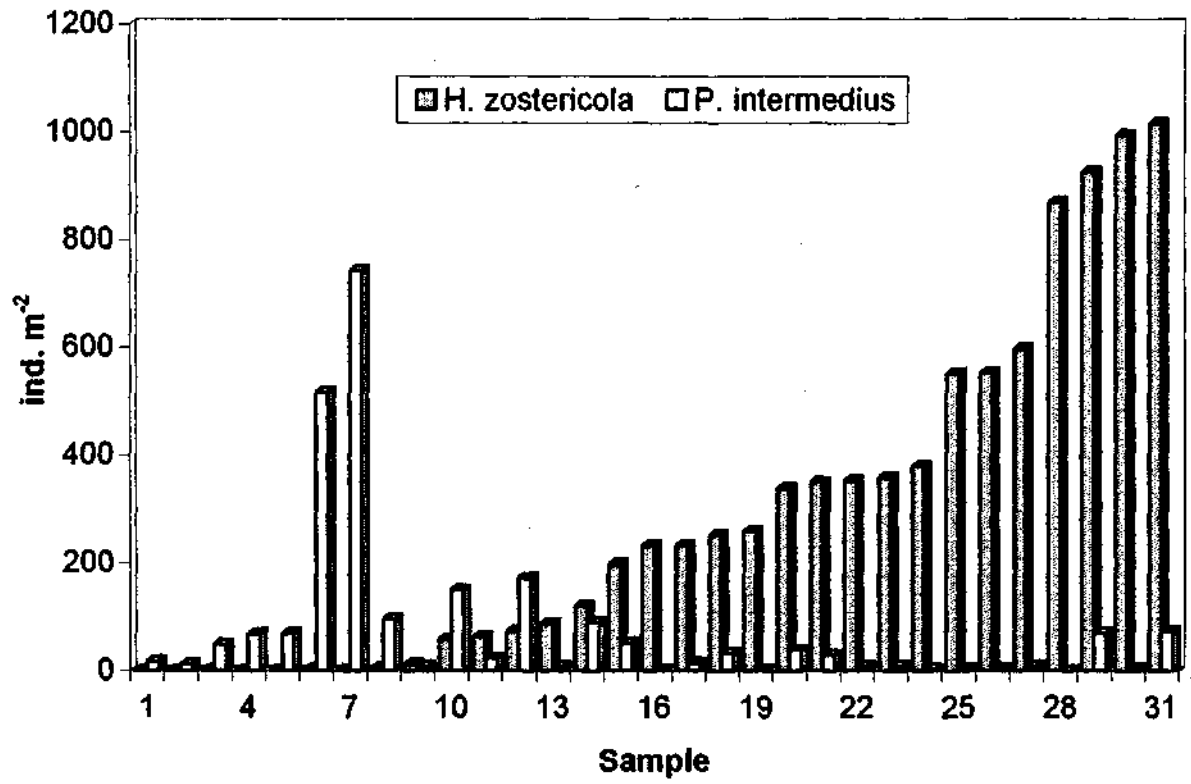


Fig. 5 - Abundance of *H. zostericola* and *P. intermedius* in all the samples.

Abbondanza di *H. zostericola* e *P. intermedius* in tutti i campioni.

of all samples ranged from 22 to 28‰; temperature ranged between 28 and 30°C; depth of water ranged between 30 and 75 cm. No significant relationships between abiotic factors and abundance of *H. zostericola* were found, although a higher number of individuals was collected in samples with lower temperatures. Multiple regression analysis on the abundance of *H. zostericola vs.* the abundance of other benthic taxa demonstrated no significant relationships when pooling samples based either on seagrass species or based on collection site. The dominant taxa (Fig. 3) collected in the dip net samples were gastropod mollusks (32% of the total number of individuals), anomuran decapods (32%), *Palaemonetes intermedius* (18%), *H. zostericola* (8%) and amphipod crustaceans (6%). However, the abundance of *H. zostericola* was significantly higher ($p<0.05$) in *Syringodium* meadows, compared to the other two seagrasses investigated, both at Wabasso and Link Port (Fig. 3).

A size class analysis was performed on the individuals collected in the quantitative sample of drift algae, as a sufficient number of individuals (869) was obtained (Fig. 4). The population analysis demonstrated that males and females are characterized by a generally different size range, with an overlap at sizes betwean 8 and 12 mm total length. Most females of this sample were ovigerous (72%), indicating that floating algae can represent an environment important for recruitment. The numerical abundance of *H. zostericola* in all the samples was inversely correlated to the abundance of *P. intermedius* (Fig. 5).

The results of choice tests indicated (Student-Newman-Keuls method) no significant differences in the distribution of shrimps among the three seagrass species and the bare sand sector (Fig. 6), both in the first (equal number of leaves with epiphytes) and the second (equal number of leaves without epiphytes) experiments.

Significant differences were observed in the third experiment only between *Halodule* and the other two seagrasses, with a significantly lower number of individuals present in *Halodule* plots.

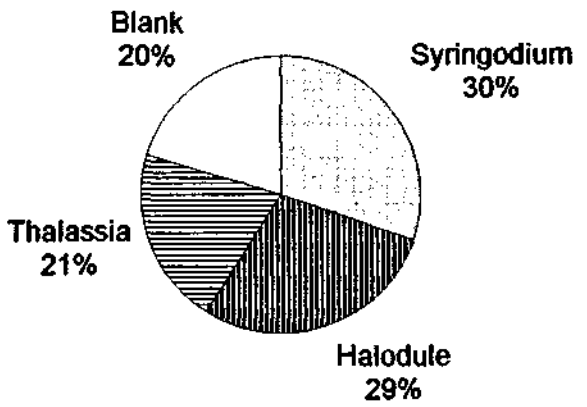
When the irradiance measured in each sector of the tanks was taken into account, significant differences were obtained in all the experiments between the shrimps present in "dark" (irradiance$<30\mu E\ m^{-2}\ sec^{-1}$) and "light" (irradiance$>30\mu E\ m^{-2}\ sec^{-1}$) sectors (Fig. 7). A significant relationship was found between the number of individuals in each sector and the light irradiance recorded (Fig. 8; $r=0.74$; $p<0.001$). The differences were lower in the third experiment.

The experiment on light influence on orientation demonstrated that all the individuals tested were able to orient their body parallel to the light within 3 minutes. Each rotation of 90° of the light source resulted in a short period of disorder; thereafter, all the individuals moved their body orientation to exhibit a position parallel to the direction of the light, with the tail consistently directed toward the light source.

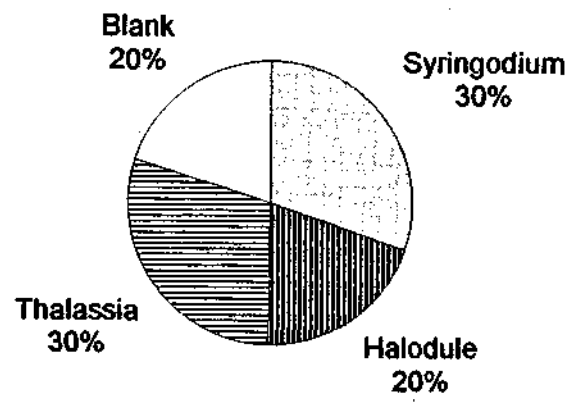
Discussion

The composition of benthic associations and the physical factors measured in each sample does little to explain the differences in the abundance of *Hippolyte zostericola* found among different samples. No significant relationship of the size or sex of shrimps with their abundance in different environments was found, although the abundance of females (mostly ovigerous) was significantly higher in drift algae in comparison with seagrass environments. Drift algae may represent both a refuge from predators and a source of food for this mesograzer during the reproductive

Experiment 1: Equal number of leaves + epiphytes



Experiment 2: equal number of leaves - epiphytes



Experiment 3: equal surface of blades + epipytes

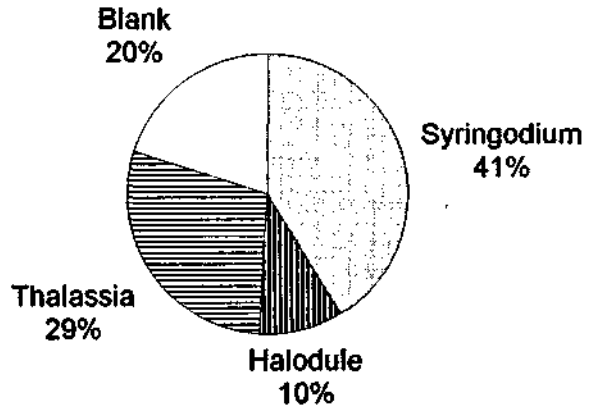
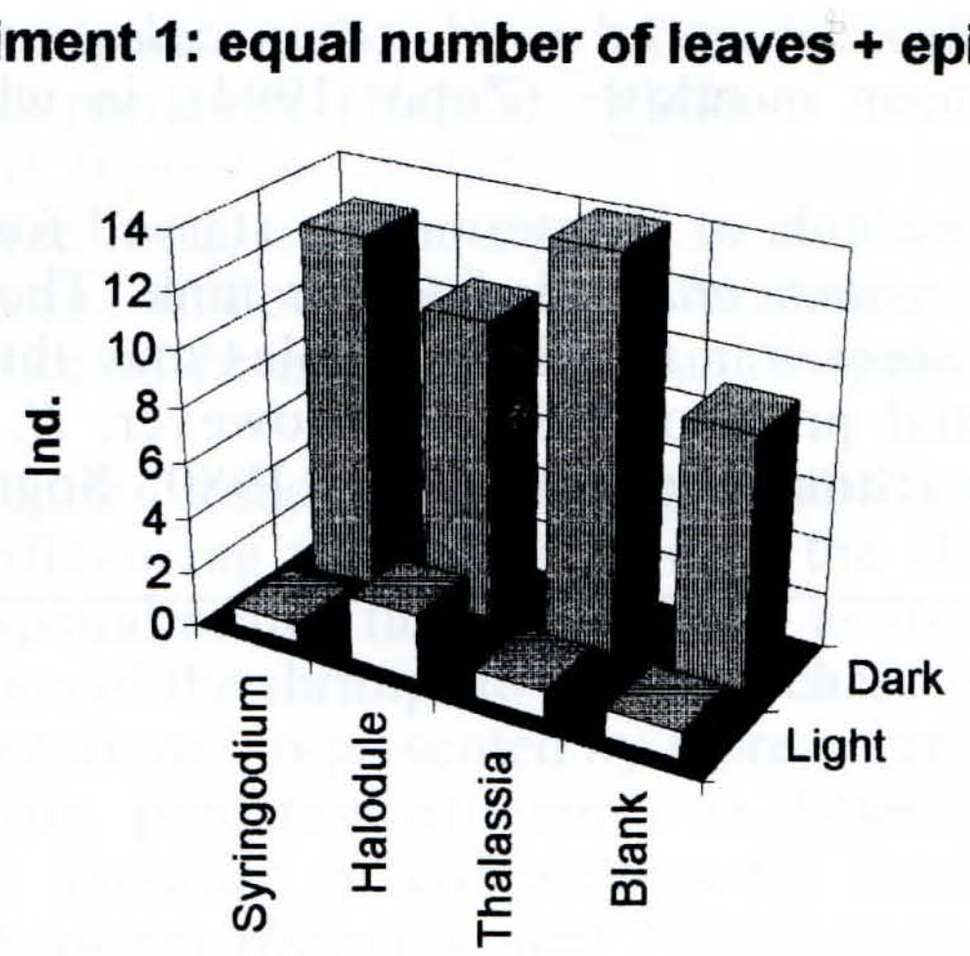
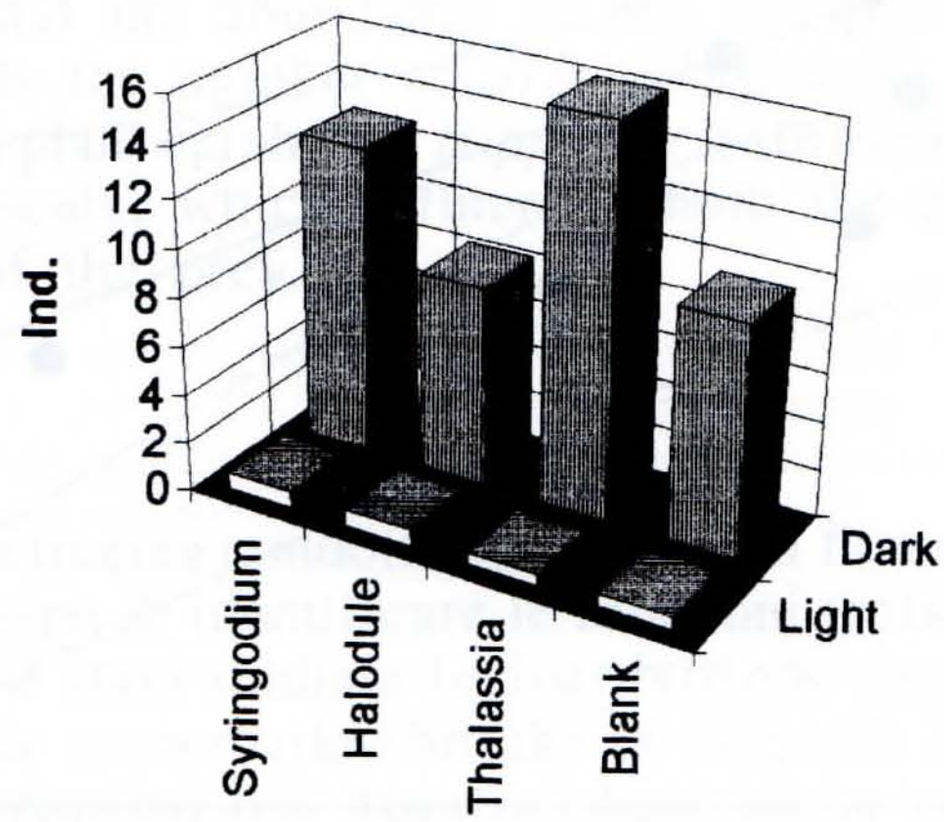


Fig. 6 - Results of choice experiments. The average percent of individuals found in each plot is reported.

Risultati degli esperimenti sulla scelta. È riportata la percentuale media degli individui ritrovati in ogni esperimento.





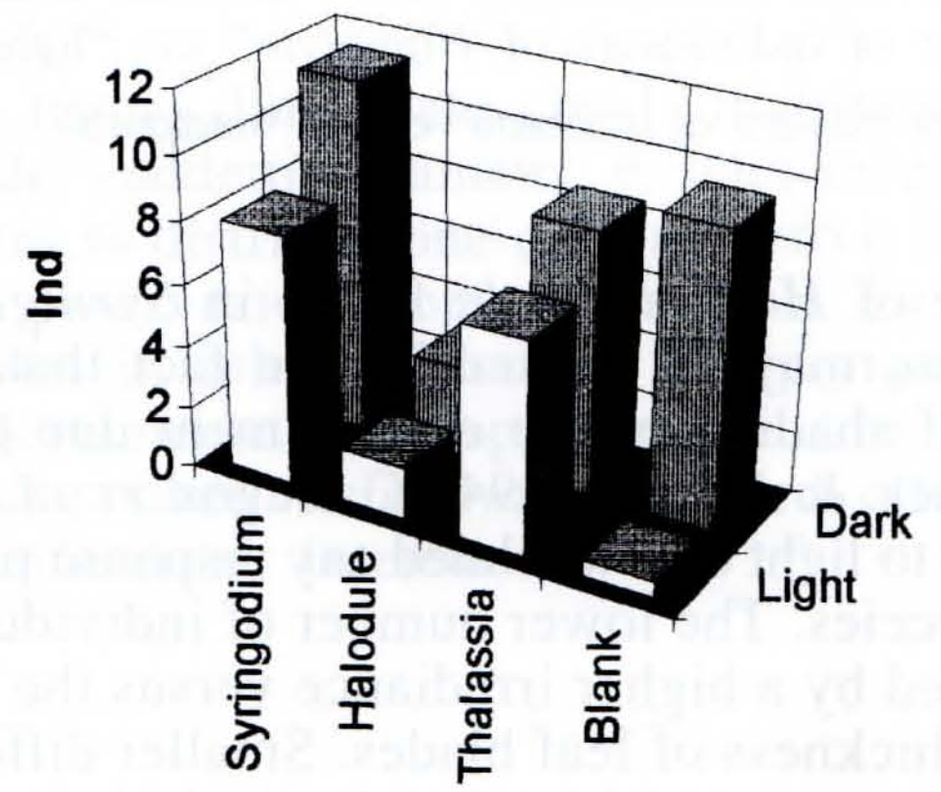


Fig. 7 - Results of choice experiments. The average number of individuals found in "dark" and "light" plots is reported, according to the seagrass species.

Risultati degli esperimenti sulla scelta. E' riportato il numero medio di individui ritrovato nelle esperienze al buio ed alla luce, per ogni specie di pianta.

period. The size distribution observed in *H. zostericola* is very close to that for *H. inermis* in Mediterranean meadows (Zupo, 1994), in which sexual inversion was demonstrated.

In the laboratory, individuals of P. intermedius starved for 1 week immediately caught specimens of *H. zostericola* added to the tank. The negative correlation in abundance of the two species in the field samples may thus indicate a response of *Hippolyte* to a potential predator (Fig. 5). However, *H. zostericola* can also be preyed upon by fish (Stoner & Livingston, 1980; Sogard & Able, 1991).

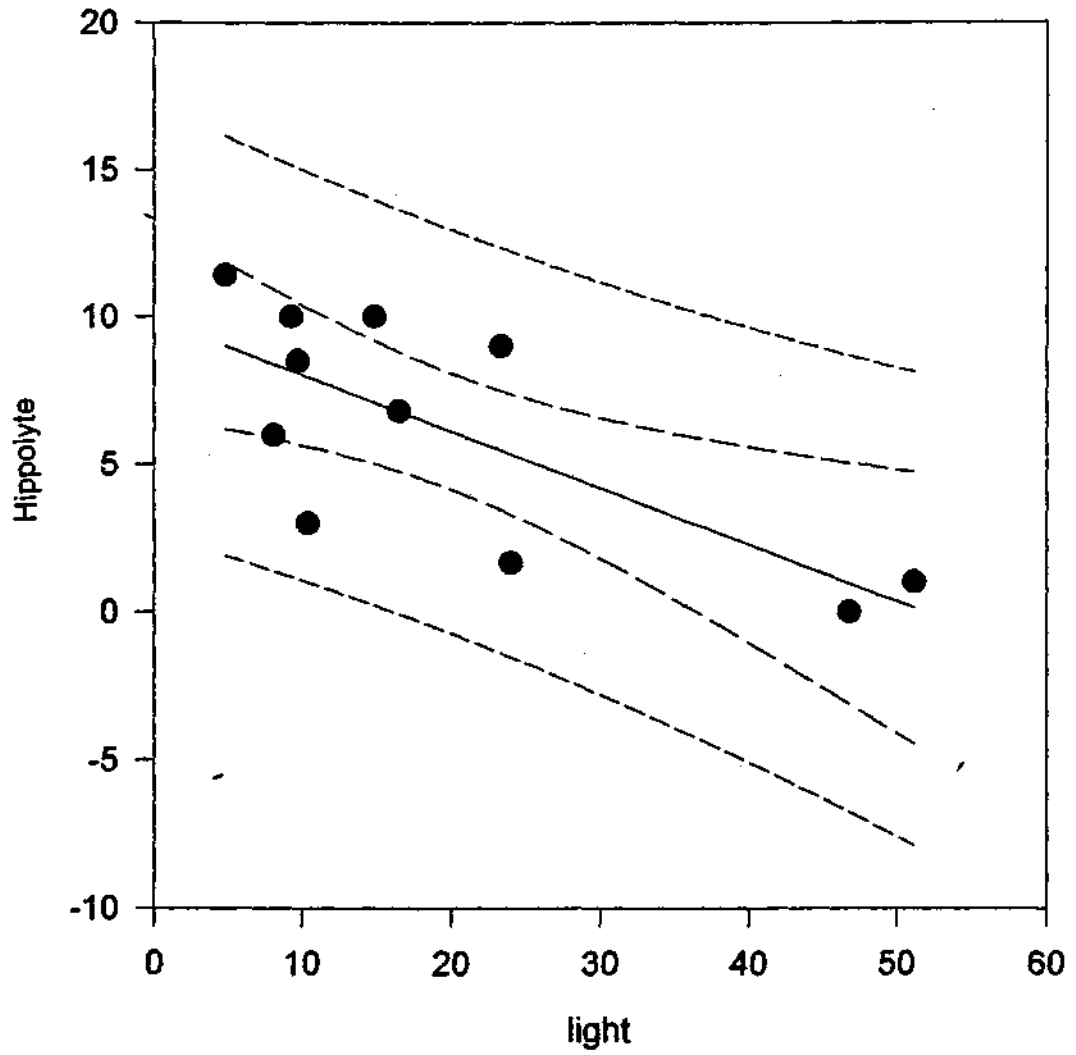


Fig. 8 - Regression "Number of individuals of *Hippolyte*" *vs.* "light irradiance in the plot".
Regressione "Numero di individui di *Hippolyte*" contro "irradianza".

The higher abundance of *H. zostericola* found in *Syringodium* meadows, both at Link Port and Wabasso, may be caused by the fact that this seagrass species provides a high degree of shading of the environment due to the density and the shape of its blades (James & Heck, 1994; Gallegos *et al.*, 1994). Choice tests indicated that the response to light overwhelmed any response pattern of *H. zostericola* with regard to seagrass species. The lower number of individuals found in *Halodule* plots may also be explained by a higher irradiance versus the other seagrass species due to the shape and the thickness of leaf blades. Smaller differences in abundances were found in the third experiment when the identical blade surface area produced smaller differences in irradiance.

The experiment on *H. zostericola* orientation according to light indicated a clear negative phototactic response with shrimps moving in the direction of lower

illumination. Such a response will tend to place individuals where they are best protected from visual predators (Nelson, 1981).

The distribution of *Hippolyte* in different seagrass species was not related to the presence of preferred food, since no significant difference was observed between experiment trials with and without epiphytes. The choice experiments demonstrated that the substrate choice of *H. zostericola* at small spatial scale is related to light irradiance.

The general distribution trend of the shrimp results from a complex interaction. Among the factors influencing the distribution of the shrimp, we can distinguish a) "short term-short spatial scale" influences, such as irradiance levels which may stimulate local migration of the shrimps to the areas characterized by lower irradiance and b) "long term adaptations", represented by more complex ecological interactions among food availability, predation efficiency in different environments, number of predators, and the presence of competitors for food (Lewis, 1984).

The relationship between *Hippolyte* and *Palaemonetes* provides an interesting example of a simple predator-prey interaction mediated by the influence of an abiotic factor.

We hypothesize that the abundance of the main predator (*Palaemonetes*) at least partially controls the number of prey *(Hippolyte),* which in turn is one of the main consumers of plant epiphytes. *Hippolyte* is distributed according to irradiance level at low spatial scale, which influences both the efficiency of the predator and the movement of the prey.

Riassunto

Nell'ambito di una ricerca condotta su praterie di fanerogame marine dell'Indian River Lagoon, allo scopo di identificare le relazioni trofiche tra produttori primari, brucatori e predatori, è stata studiata la distribuzione spaziale e per classi di taglia del gambero *Hippolyte zostericola* (Smith) in rapporto a profondità, temperatura, salinità dell'acqua e popolazioni macrozoobentoniche presenti. Inoltre sono stati effettuati esperimenti di laboratorio in mesocosmi, per determinare se *H. zostericola* selezioni preferenzialmente particolari tipi di fanerogame e se la selezione sia da mettere in relazione alla densità delle foglie, alla loro superficie o alla copertura epifita.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che la distribuzione non è da mettere in rapporto con alcuno dei suddetti parametri. È stata invece trovata una regressione inversa significativa tra la distribuzione del gambero e l'irradianza. Tale relazione è stata confermata da osservazioni comportamentali. La distribuzione della specie in natura è stata messa in relazione con il comportamento fototattico negativo osservato. Tale comportamento può rappresentare una risposta alla pressione di predazione da parte del gambero *P. intermedius,* la cui efficienza predatoria migliora in condizioni di illuminazione intensa.

Acknowledgments

We thank Prof. Norris for help during the analysis of samples. We are indebted to the staff of F.I.T. for their assistance. This investigation was partially supported by a Fullbright Fellowship award to V. Zupo.

References

ADAMS S. M. (1976) - Feeding ecology of eelgrass fish communities. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **105**: 514-519.

ESTRADA R. M. (1986) - Feeding habits of fishes of the genus *Haemulon* (Pisces: Haemulidae) from reefs of Santa Marta region, Colombia. *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betin.*, **15**: 49-66.

FORWARD R. B. JR., BUSWELL C. U. (1989) - A comparative study of behavioural responses of larval decapod crustaceans to light and pressure. *Mar. Behav. Physiol.*, **16** (1): 43-56.

FORWARD R. B. JR. (1989) - Depth regulation of larval marine decapod crustaceans: test of an hypothesis. *Mar. Biol.*, **102**: 195-201.

GALLEGOS M.E., MERINO M., RODRIGUEZ A., MARBA A., DUARTE C.M. (1994) - Growth patterns and demography of pioneer Caribbean seagrasses *Halodule wrightii* and *Syringodium filiforme*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **109**: 99-104.

GILI J.M., MACPHERSON E. (1985) - Decapod crustaceans caught in the submarine caves of Mallorca Island. In: Sarda F. ed. (1987), *3rd colloquium: Mediterranean Crustacea Decapoda*, Barcelona, **51** (suppl.1): 285-291.

GORE R.H., GALLAHER R.E., SCOTTO L.E., WILSON K. A. (1981) - Studies on Decapod Crustacea from the Indian River Region of Florida. XI. Community composition, structure, biomass and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuar. Coast. S. Sci.*, **12**: 485-508.

GRIZZLE R.E. (1974) - The estuarine decapod crustaceans in Brevard County, Florida. *Florida Scientist*, **37** (3): 129-141.

HARDEN S.W. (1994) - Light requirements, epiphyte load and light reduction for three seagrass species in the Indian River Lagoon, FL. *Master thesis.* Florida Institute of Technology. Melbourne, FL.: 130 pp.

HECK K.L., CROWDER L.V. (1991) - Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. In: *Habitat complexity: The physical arrangement of objects in space. S.S.* Bell, E.D. McCoy & H.R. Mushinsky *eds.* Chapman & Hall, NY: 281-289.

HOWICK G.L., O'BRIEN W.L. (1983) - Piscivorous feeding behaviour of largemouth Bass: an experimental analysis. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **112**: 508-516.

JAMES P.L., HECK K.L. JR. (1994) - The effects of habitat complexity and light intensity on ambush predation within a simulated seagrass habitat. J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **176**: 187-200.

KIKOUCHI T. (1980) - Faunal relationships in temperate seagrass beds. in: *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective.* R. C. Phillips & C.P. McRoy eds. Garland STPM Press, NY: 153-172.

LEBER K.M. (1983) - Feeding ecology of decapod crustaceans and the influence of vegetation on foraging success in a subtropical seagrass meadow. *Ph.D. dissertation*, FL. State Univ., Tallahassee.

LEWIS F. G. (1984) - Distribution of macrobenthic crustaceans associated with *Thalassia, Halodule* and *bare sand substrata. Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **19**: 101-113.

LUCZKOVICH J. J. (1988) - The *role* of *prey* detection in the selection of *prey by* pinfish *Lagodon rhomboides* (Linnaeus). J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **123**: 15-30.

MAIN K.L. (1985) - The influence of *prey* identity and size on selection of *prey by* two marine fishes. J. *Exp. mar. Biol. Ecol.*, **88**: 145-152.

MARSDEN JR. (1994) - Vertical movements and distribution of planktonic larvae of the serpulid polychaete *Spirobranchus polycerus* (Schmarda): effects of changes in hydrostatic pressure. J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **176**: 87-105.

MCFARLAND W.N. (1986) - Light in the sea: correlations with behaviors of fishes and invertebrates. *Am. Zool.*, **26**: 389-401.

MORGAN D.M. (1980) - Grazing and predation of the grass shrimp *Palaemonetes pugio. Limnol. oceanogr.*, **25** (5): 896-902.

NELSON W. G. (1979) - Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **38**: 225-245.

NELSON W.G. (1981) - The role of predation by decapod crustaceans in seagrass ecosystems. *Kieler Meereforsch.*, **5**: 529-536.

ORTH R.J., HECK K.L., VAN MONTFRANS J. (1984) - Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*, **7**: 339-350.

RICE J.D., TROCINE R.T., WELLS G.N. (1983) - Factors influencing seagrass ecology in the Indian River Lagoon. *Florida Scientist*, **46** (3/4): 276-285.

SOGARD S.M., ABLE K.W. (1991) - A comparison of eelgrass, sea lettuce macroalgae and marsh creeks as habitats for epibenthic fishes and decapods. *Est. Coast. S. Sci.*, **33**: 501-519.

STONER A.W., LIVINGSTON R. J. (1980) - Distributional ecology and food habits of the banded blenny *Paraclinus fasciatus* (Clinidae): a resident in a mobile habitat. *Mar. Biol.*, **56**: 239-246.

STONER A.W. (1980) - Perception and choice of substratum by epifaunal amphipods associated with seagrasses. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **3**: 105-111.

VINYARD G.L., O'BRIEN W.L. (1976) - The effect of ligth and turbidity on the reactive distance of bluegill sunfish *(Lepomis macrochirus). J. Fish. Res. Board Can.*, **33**: 2845-2849.

ZUPO V. (1994) - Strategies of sexual inversion in *Hippolyte inermis* Leach (Crustacea, Decapoda) from a Mediterranean seagrass meadow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **178**: 131-145.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 98-100

A. PETROCELLI, G.P. FELICINI*

Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R., Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.
*Ist. Botanico, Università di Bari (Campus), Italia.

EFFETTI DELL'IRRADIANZA SU *ACANTHOPHORA NAJADIFORMIS*

IRRADIANCE EFFECTS ON *ACANTHOPHORA NAJADIFORMIS*

Abstract

The effect of different irradiances on the pigment content and the photosynthetic activity was evaluated in A. najadiformis (Ceramiales, Rhodophyta) from the Mar Grande in Taranto.

Key-words: *Acanthophora najadiformis*, photoacclimation.

Introduzione

A. najadiformis (Delile) Papenfuss è una Rhodomelacea dominante stagionale dei popolamenti aptofitici del Mar Grande di Taranto, già studiata sia da un punto di vista biomorfologico (Cecere *et al.*, 1994) che biochimico (Saracino e De Gara, 1994). Su questa specie è stato recentemente avviato lo studio dell'ecofisiologia (Petrocelli e Felicini, 1995).

In particolare, l'osservazione in natura di colorazioni del tallo che variano dal rosso-bruno al giallo-verde ha stimolato la ricerca sull'adattamento dell'alga a diversi valori di irradianza.

Materiali e metodi

Espianti apicali di fronda lunghi circa 2 cm sono stati coltivati per 50 giorni in cella climatica in acqua di mare filtrata, arricchita con NH_4N0_3 0,1 mM, a 20±1°C e a 80, 48 e 35μE m^{-2} s^{-1}.

Al tempo zero e dopo 2, 4 e 7 settimane è stata eseguita l'estrazione dei pigmenti idrosolubili e liposolubili (Calabrese e Felicini, 1970). Inoltre, su materiale appena raccolto e al termine della coltura è stata misurata la produzione di O_2 fotosintetico mediante elettrodo di Clark.

Risultati

L'analisi spettrofotometrica ha messo principalmente in evidenza un incremento del contenuto in R-ficoeritrina e, in misura minore, anche quello della clorofilla *a*, al diminuire del valore dell'energia luminosa (Tab. 1).

A più alta irradianza è stato invece misurato un lieve incremento dei carotenoidi totali (Tab. 1).

Coerentemente con tali risultati, le curve fotosintesi/irradianza hanno mostrato che nei talli coltivati a bassa irradianza si registrava un abbassamento del punto di compensazione per l'ossigeno. Infatti, si passava da I_k=75μE m^{-2} s^{-1} e P_{max}=1.11ml$O_2$$h^{-1}$$g^{-1}$ a I_k=19μE m^{-2} s^{-1} e P_{max}=0.87ml$O_2$$h^{-1}$$g^{-1}$ rispettivamente per le piante raccolte in natura e quelle coltivate alla più bassa irradianza.

Tab. 1 - Valori quantitativi (mg/g peso secco) dei diversi pigmenti alle diverse irradianze. **FE**: Ficoeritrina; **FC**: Ficocianina; **CL**: Clorofilla *a*; **CT**: Carotenoidi totali. I valori tra parentesi indicano l'Errore Standard (n=12; probabilità 95%).

Quantitative values (mg/g dry weight) for the different photosynthetic pigments at the different irradiances. FE: Phycoerythrin; FC: Phycocyanin; CL: Chlorophyll *a*; CT: Total carotenoids. Values in brackets show Standard Error (n=12; probability 95%).

Irradianza ($\mu Em^{-2}s^{-1}$)	DURATA DELLA COLTURA (in settimane)			
	0	2	4	7
80	FE: 9,42 (±0,22) FC: 6,02 (±0,18) CL: 1,42 (±0,12) CT: 0,44 (±0,08)	FE: 9,22 (±0,28) FC: 6,27 (±0,19) CL: 1,63 (±0,13) CT: 0,42 (±0,10)	FE: 8,82 (±0,29) FC: 5,54 (±0,16) CL: 1,44 (±0,12) CT: 0,46 (±0,08)	FE: 8,97 (±0,27) FC: 5,71 (±0,17) CL: 1,49 (±0,13) CT: 0,51 (±0,11)
48		FE: 9,36 (±0,29) FC: 6,42 (±0,21) CL: 1,61 (±0,15) CT: 0,43 (±0,09)	FE: 9,60 (±0,33) FC: 6,20 (±0,18) CL: 1,64 (±0,12) CT: 0,40 (±0,05)	FE: 10,22 (±0,38) FC: 5,43 (±0,19) CL: 1,83 (±0,19) CT: 0,42 (±0,09)
35		FE: 9,81 (±0,31) FC: 5,85 (±0,21) CL: 1,46 (±0,14) CT: 0,46 (±0,09)	FE: 10,96 (±0,34) FC: 5,77 (±0,22) CL: 1,72 (±0,16) CT: 0,41 (±0,08)	FE: 12,06 (±0,40) FC: 5,05 (±0,18) CL: 1,93 (±0,17) CT: 0,42 (±0,10)

Discussione e conclusioni

L'aumento dei pigmenti antenna, soprattutto della ficoeritrina, a bassi livelli di energia luminosa è una strategia di sopravvivenza già riscontrata in altre Rhodophyta (Calabrese, 1971; Calabrese e Felicini, 1973). Anche l'attività fotosintetica mostra capacità di adattamento con un calo del punto di compensazione per l'O_2 e livelli di saturazione compresi nell'intervallo definito da Lüning (1981) per le specie intertidali e infralitorali.

A. najadiformis si conferma dunque una specie eurifotica, come lascia anche prevedere l'osservazione della sua ampia distribuzione verticale.

Bibliografia

CALABRESE G. (1971) - Research on red algal pigments. 2. Pigments of *Petroglossum nicaeense* and their seasonal variations at different light intensities. *Phycologia*, **11**: 141-146.

CALABRESE G., FELICINI G.P. (1970) - Ricerche sui pigmenti delle alghe rosse. I. Analisi qualitativa e quantitativa dei pigmenti di *Pterocladia capillacea* coltivata in presenza di alcune fonti minerali di azoto. *Giorn. Bot. Ital.*, **104** (2): 81-89.

CALABRESE G., FELICINI G.P. (1973) - Ricerche sui pigmenti delle alghe rosse. III: influenza della luce sui pigmenti di *Petroglossum nicaeense* in coltura. *Giorn. Bot. Ital.*, **107** (1): 1-8.

CECERE E., PERRONE C., PETROCELLI A. (1994) - *Acanthophora najadiformis* in the Gulf of Taranto. *Giorn. Bot. Ital.*, **128** (6): 1082-1084.

LÜNING K. (1981) - Light. In Lobban C.S., Wynne M.J. (eds). *The Biology of Seaweeds*, Blackwell Scientific Publications: 326-355.

PETROCELLI A., FELICINI G.P. (1995) - Photosynthetic pigments in *Acanthophora najadiformis*. *Giorn. Bot. Ital.*, **129** (5-6): 1281-1284.

SARACINO O.D., DE GARA L. (1994) - Responses of hydrogen peroxide-scavenging enzymes to environmental pollution in *Acanthophora najadiformis*. *Giorn. Bot. Ital.*, **128** (6): 1099-1102.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 101-103

A. UGOLINI, B. VIGNALI, F. MORABITO, C. CASTELLINI*

Dipartimento di Biologia Animale e Genetica, Università di Firenze,
Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italy.
* I.N.O., Firenze, Italy.

CELESTIAL ORIENTATION AND SPECTRAL FILTERING IN SOME SUPRALITTORAL CRUSTACEANS

ORIENTAMENTO ASTRONOMICO E FILTRAGGIO SPETTRALE IN ALCUNI CROSTACEI SOPRALITORALI

Abstract

Adults of Tylos europaeus *and* Talitrus saltator *were tested in confined enviroment both with and without the vision of the sun, with the interposition of glass, blue and orange filters. These experiments confirmed the perception of an important orienting factor in UV-blue range of the ligth*

Key-words: celestial orientation, spectral filtering, sandhoppers, isopods.

Introdution

Tylos europaeus (Isopoda) and *Talitrus saltator* (Amphipoda) are widely diffused Crustaceans, typically present on sandy shores. During the day they rest in temporary refuges under the wet sand, and at the sunset they emerge on the suface to begin their activity period (see Pardi & Ercolini, 1986).

One of the problems that the individuals face in the ecotone is zonal recovery. For zonal recovery both species use many orienting factors of a local and general nature. The capacity of astronomical orientation in *T. europaeus* and *T. saltator* has been thoroughly investigated (Pardi e Ercolini, 1986).

Indeed, the research on the relationship between the celestial orientation ability and spectral sensitivity is almost absent in these two species (Ugolini *et al.*, 1993).

Materials and methods

Experiments were carried out with adult individuals of *T. europaeus* and *T. saltator* collected, no more of 30 days before, on sandy shores with different directions of sea-land axis. The individuals were released inside a plexiglass bowl surrounded by a screen that blocked vision of the landscape, but that allowed vision of the blue sky, with or without the sun, and through glass or gelatin filters (UV, blue, and orange) set on the bowl.

Results

In the releases under the sun (Fig. 1A), *T. saltator* lost its capacity for solar orientation with the orange filter; in *T. europaeus* (Fig. 1B) this capacity was still present under the orange filter but the orientation was less accurate than under control conditions (vision of the sun and blue sky). With the sun screened, a loss

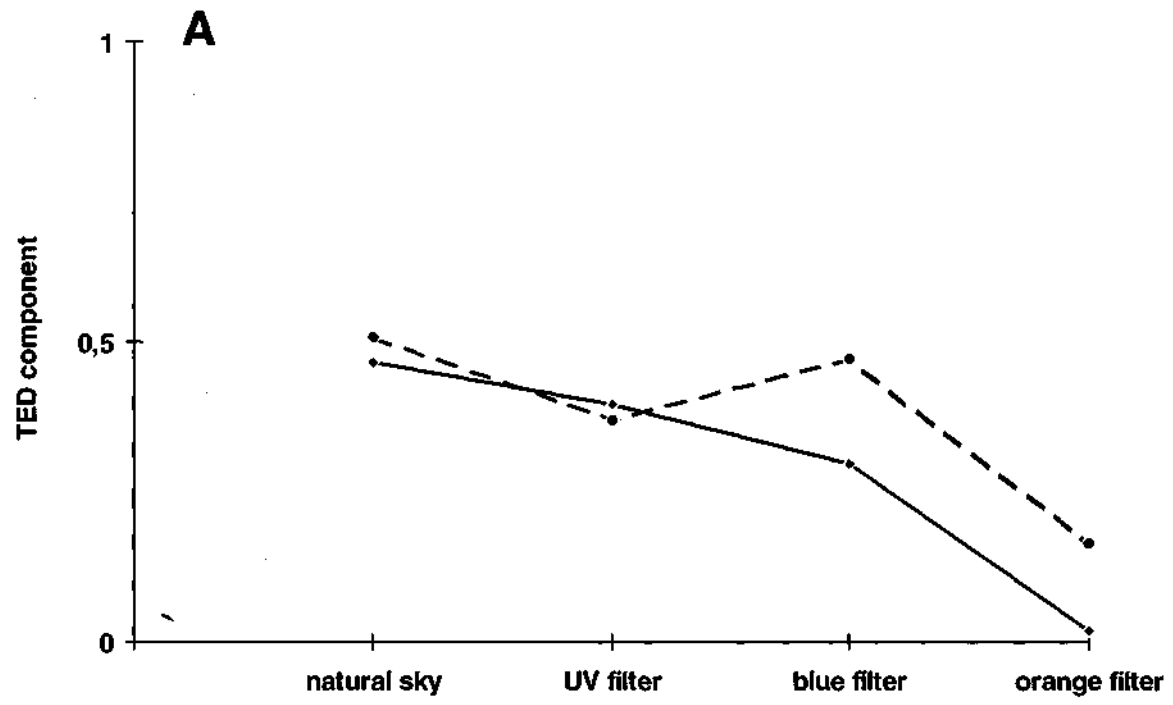


Fig. 1 - Relationship between goodness of orientation (TED component) and spectral filtering. A, *Talitrus saltator*; B, *Tylos europaeus*. TED component = r cos $|\Delta\alpha|$, where r is the mean vector lenght; $|\Delta\alpha|$ is the absolute value of the difference between expected seaward direction and mean angle. n, number of released individuals. Dashed line, experiments with sun; solid line, experiments with sun screened.

Relazione tra correttezza dell'orientamento verso mare (TED component) e filtraggio spettrale. A, *Talitrus saltator*, B, *Tylos europaeus*. TED component = r cos $|\Delta\alpha|$, dove r è la lunghezza del vettore medio; $|\Delta\alpha|$ è il valore assoluto della differenza tra direzione attesa verso mare e angolo medio. n, numero di individui saggiati. Linea tratteggiata, esperimenti con sole visibile; linea continua, esperimenti con sole schermato.

of orientation for λ>450 nm is evident for both species.

Conclusions

With the sun screened the two species do not exhibit relevant behavioural differences in the perception of celestial orienting factors. Both species perceive an important orienting factor in the UV-blue range. *T. saltator* does not recognize the sun as such for λ>550 nm and therefore does not use it as a compass cue. This does not seem to be true for *T. europaeus.*

Although there is an absence of electrophysiological data on the spectral sensitivity of *T. europaeus*, the present results agree with recent findings on the spectral sensitivity in *T. saltator* (Ugolini *et al.*, 1996)

References

PARDI L., ERCOLINI A. (1986) - Zonal recovery mechanisms in talitrid crustaceans. *Boll. Zool.*, **53**: 139-160.

UGOLINI A., LAFFORT B., CASTELLINI C., BEUGNON G. (1993) - Celestial orientation and ultraviolet perception in *Talitrus saltator*. *Ethol. Ecol. Evol.*, **5**: 489-499.

UGOLINI, A., VIGNALI, B., CASTELLINI, C., LINDSTRÖM, M. (1996) - Zonal orientation and spectral filtering in *Talitrus saltator*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **76** (2) 377-389.

This research was carried out with funds from M.U.R.S.T. (40%) and funds from the Università di Firenze.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 104-114

S. PIRAINO, G. FANELLI

Istituto Sperimentale Talassografico CNR "A. Cerruti",
Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.

BIODIVERSITÀ FUNZIONALE, RIDONDANZA E SPECIE CARDINE

FUNCTIONAL DIVERSITY, REDUNDANCY, AND KEYSTONES

Abstract

Gene and/or species diversity are unsatisfactory explanations to look at the dynamics of biological communities. This goal requires the evaluation of the ecological role of organisms, i.e. the assessment of the functional diversity of biotic assemblages by measuring the influence of each species on the rest of the community. In this context, we revise the keystone species concept, as one of the commonest types of indirect organismal interaction. It is now recognized that keystone roles can be assigned to a wide array of species, including non-predators. A review of recent literature on these subjects is presented here, recalling potential and variability of the keystone concept in ecology.

Key-words: functional diversity, redundancy, keystone species, community importance, interaction strength.

Introduzione

Diversità biologica significa varietà e variabilità delle forme viventi. Tuttavia, le accezioni più comuni al significato di biodiversità sono riconducibili a tre approcci fondamentali: diversità genetica (Battaglia, 1996), diversità specifica (Boero, 1996), diversità funzionale. Dei primi due tipi si è trattato nel congresso di Sciacca: in questa occasione, cercheremo di mettere in luce alcuni aspetti relativi alla diversità funzionale delle specie, ed in particolare quelli che interessano la regolazione dei processi di sviluppo e di mantenimento delle comunità bentoniche marine.

La diversità funzionale e la conservazione delle specie

I criteri tradizionali utilizzati per la individuazione degli ecosistemi e delle specie più meritevoli di protezione sono riferibili allo studio della biodiversità strutturale, essenzialmente attraverso la compilazione e comparazione di liste di specie (Pressey *et al.*, 1993). Gli inventari floristici e faunistici portano alla definizione della *struttura* statica della comunità di un sito, ossia al riconoscimento di una *diversitá estrinseca* alle specie ("aspect diversity"; Pianka, 1994) che distingue le specie secondo il loro aspetto morfologico e dimensionale. La scelta delle aree da proteggere ricade più frequentemente sugli ecosistemi che presentano il maggior numero di specie o la maggiore diversità. Questi criteri rispecchiano caratteristiche istantanee, che offrono una immagine fissa della diversità: tuttavia, bisogna tenere conto che le comunità sono l'espressione dinamica delle interazioni fra individui reali, e sono soggette ad un livello di variabilità e fragilità strettamente dipendente dal risultato complessivo delle relazioni interorganismiche in ciascun contesto ambientale. Per fare ciò, è indispensabile spostare l'attenzione sui processi ecologici fondamentali che mantengono la struttura e la organizzazione delle comunità. Questi processi in molti casi sono guidati da poche specie che svolgono un ruolo determinante ed insostituibile rispetto alle restanti componenti della comu-

nità. Le specie, infatti, non sono elementi equivalenti: ognuna di esse è caratterizzata da una *diversitá intrinseca o funzionale* che concerne il ruolo ecologico di ciascuna specie, inteso come l'effetto sulla distribuzione ed abbondanza delle altre specie nella comunità (Sutherland, 1978). La diversità dei ruoli funzionali è intrinseca alle specie perchè è inerente alla combinazione delle caratteristiche morfologiche, riproduttive e comportamentali proprie di ciascuna specie, ed è dinamica, mutevole, in relazione sia alle risposte degli organismi con cui ciascuna specie interagisce, sia all'arena ambientale in cui le specie stesse si collocano. La diversità funzionale va oltre il concetto di appartenenza ai livelli trofici, e non è riconducibile alla classificazione di poche unità o gruppi di specie-funzione, ma racchiude una vasta rappresentazione - qualitativa e quantitativa - di interazioni biotiche flessibili e non rigidamente precostituite.

Interazioni dirette ed indirette

Il ruolo funzionale degli organismi si manifesta nella formazione di reti di interazioni (Paine, 1980; Menge e Sutherland, 1987; Menge, 1995), che si stabiliscono tra gruppi di specie ("moduli", secondo Paine, 1980; o "cenoni", secondo Lamotte e Blandin, 1985) che interagiscono assai più strettamente tra loro di quanto non facciano con il resto della comunità attraverso relazioni sia trofiche che non trofiche. L'interazione fra due specie è di tipo diretto se gli individui entrano fisicamente in contatto. Esempi di interazioni dirette includono la predazione, la competizione per lo spazio, le simbiosi mutualistiche. L'interazione è invece di tipo indiretto quando una specie è in relazione con un'altra specie per mezzo di un intermediario. Schoener (1993) considera l'importanza delle interazioni indirette alla stregua di quelle dirette e Menge (1995) calcola che il 40-50% dei cambiamenti della struttura di una comunità a seguito di una perturbazione sperimentale è imputabile alle interazioni indirette.

Wootton (1993) definisce "catene di interazione" gli effetti indiretti di tipo trofico e "cambiamenti di interazione" quelli di tipo comportamentale. Gli effetti indiretti meglio conosciuti sono quelli del primo tipo: le cascate trofiche (o interazioni tri-trofiche, Hairston *et al.*, 1960), la competizione per il cibo (Strauss, 1991), la competizione apparente (Schmitt, 1987). Menge (1995) ha analizzato in dettaglio 23 studi sperimentali di reti alimentari in sistemi intertidali, riconoscendo 565 interazioni indirette di tipo trofico ascrivibili a 9 tipi generali, e rilevando che l'effetto indiretto più comune (35% dei casi) era quello che viene comunemente definito come "keystone predation".

"Keystone predation" e ridondanza

Con gli studi di Paine (1966, 1969), il concetto di specie "cardine" (*keystone species*) è diventato un dogma centrale della ecologia delle comunità, e nei 20 anni successivi alla sua formalizzazione, è stato citato in oltre 850 articoli scientifici (Mills *et al.*, 1993). Il concetto di specie cardine è stato a volte frainteso, riferendo ad esso le specie più abbondanti (dominanti). In virtù della loro dimensione e complessità strutturale, molte specie dominanti sono definite come specie "strutturali" (Barbault *et al.*, 1991) perchè creano la struttura tridimensionale che supporta e ospita gli altri componenti della comunità (specie "interstiziali"). Anche specie molto meno abbondanti possono essere altrettanto importanti, ed avere effetti molto forti sulle comunità e sugli ecosistemi: sono queste le specie

cardine. La specie cardine, nella sua accezione originaria, è un carnivoro la cui attività di predazione è cruciale nel determinare la composizione in specie (la struttura) ed il funzionamento (l'organizzazione) della comunità, riducendo o sostanzialmente eliminando la monopolizzazione di una risorsa da parte di una preda avente capacità competitive superiori a quelle di altre specie. Nell'esempio classico di Paine (1966) le comunità intertidali delle coste rocciose nordamericane (Oceano Pacifico) sono regolate da *Pisaster ochraceus*, una stella marina che si nutre preferenzialmente del mitilo *Mytilus californianus*, fissando il limite inferiore di distribuzione del mitilo e favorendo la persistenza di un gruppo di specie (alghe ed invertebrati) competitivamente subordinate al mitilo.

L'esperienza ha dimostrato che le specie cardine, che svolgono un ruolo funzionale unico ed insostituibile attraverso interazioni di forte intensità, sono poche. Un ovvio corollario è che le specie che interagiscono debolmente sono molte, e che il loro impatto sulla comunità è di scarso rilievo. All'interno di corporazioni funzionali, queste specie sono globalmente considerate equivalenti o ridondanti nel loro impatto sui processi della comunità o dell'ecosistema, intendendo che anche con una minore ridondanza (minor numero di specie all'interno di ciascun gruppo funzionale) la comunità non muterebbe il suo stato di equilibrio (Chapin *et al.*, 1992; Lawton e Brown, 1993). Esistono due prospettive opposte per valutare la ridondanza: a) ciascuna specie nell'ecosistema e nella comunità svolge un ruolo importante (molti gruppi funzionali con poche specie), tale che ogni rimozione di specie indebolisce l'integrità del sistema, proprio come la rimozione dei rivetti dalla struttura di un aereoplano indebolirebbe la sua struttura (ipotesi "dei rivetti": Ehrlich e Ehrlich, 1981); ovvero, b) una comunità è composta di pochi gruppi funzionali ciascuno con numerose specie funzionalmente equivalenti la cui perdita dal sistema produrrebbe scarso effetto, almeno sino a quando il gruppo funzionale rimane rappresentato e la sua consistenza o il suo impatto totale (ad esempio, in termini di biomassa o produttività) rimangono inalterati (ipotesi "della ridondanza": Lawton e Brown, 1993). Una specie cardine, in questo contesto, si configura come un gruppo funzionale senza ridondanza e la perdita di diversità in un ecosistema, riducendo il numero di specie che svolgono ruoli funzionali sovrapponibili, può assegnare a qualcuna delle specie che rimangono un ruolo cardine.

Non solo predatori

Negli ultimi anni sono state sollevate alcune obiezioni all'utilizzo del concetto di specie cardine determinate dalla ambiguità della definizione originale che ha portato ad estendere o a restringere la sua applicabilità a seconda dei casi e dei ricercatori (Mills *et al.*, 1993; Simberloff, 1991; Strong, 1992).

Recentemente, il concetto di keystone species è stato ridefinito in senso più ampio (Power *et al.*, in press): *una specie cardine è una specie il cui impatto sulla comunità o sull'ecosistema di appartenenza è rilevante, ma lo è molto più di quanto non ci si potrebbe attendere soltanto dalla sua abbondanza*". È fondamentale, in questa definizione, la distinzione tra specie cardine e altri forti interattori i cui effetti, in termini di impatto sulla comunità, sono proporzionalmente determinati dalla loro abbondanza o biomassa relativa. Sulla base della definizione allargata, differenti tipi di specie cardine possono essere classificati in 3 categorie generali: a) **consumatori** selettivi di specie ecologicamente importanti (*predatori* e *patogeni*, che uccidono la preda; *erbivori* e *parassiti*, che consumano soltanto una parte della loro preda); b) **modificatori dell'habitat**, che

alterano una o più variabili ambientali (*bioturbatori*, che creano condizioni di disturbo ambientale; *elaboratori*, che accelerano cicli e processi ecologici; *facilitatori*, che creano le condizioni necessarie per l'insediamento di altre specie); ed infine c) **mutualisti**, che migliorano la fitness di altre specie (*veicolatori di propaguli*, da cui dipende la dispersione di semi e pollini, e *piante-risorse*, che in periodi critici costituiscono l'unica risorsa per i veicolatori).

Approcci metodologici

L'attribuzione del ruolo di specie cardine non può prescindere da osservazioni descrittive sulla storia naturale delle specie che ricadono sotto l'attenzione del ricercatore. Requisiti fondamentali per la formulazione di ipotesi sulle potenziali specie cardine sono una conoscenza adeguata dei principali tratti della storia vitale e la identificazione delle prevalenti interazioni (Wootton, 1994). Tuttavia, queste sole informazioni non consentono generalmente di seguire un procedimento deduttivo rigoroso, e possono portare alla formulazione di modelli che, se sottoposti ad una acritica reiterazione, vengono trasformati in falsi paradigmi (vedi a questo proposito, Elner e Vadas, 1990, sul presunto ruolo cardine dell'astice).

La prima codifica del concetto di specie cardine (Paine, 1966) è stata fondata su una metodologia combinata, sperimentale e comparativa. L'approccio sperimentale è basato sulla perturbazione della abbondanza delle potenziali specie cardine e sulla verifica degli effetti sulla comunità. Tali effetti vengono massimizzati dalla completa rimozione sperimentale della specie dall'area di studio, escludendo tutti gli individui autoctoni ed impedendo le immigrazioni dalle aree limitrofe (es.: Paine, 1974; Duggins, 1980; Fanelli, 1995). Questo approccio trova un limite nella necessità di una identificazione *a priori* delle potenziali specie cardine su cui operare gli esperimenti di riduzione della densità o di esclusione, non consentendo di identificare il potenziale ruolo cardine di altre specie, né di valutare pienamente gli effetti collegati alle interazioni di tipo indiretto su un ampio numero di specie. D'altronde, l'analisi di tutte le componenti di una comunità richiederebbe, nella maggior parte dei casi, un numero irrealizzabile di esperimenti. Per ovviare a questo problema, Wootton (1994a) ha dimostrato le potenzialità della *path analysis* (analisi delle traiettorie), un approccio statistico che stima il livello di variazione di una variabile dipendente in rapporto al cambiamento di una variabile causale attraverso modalità sia dirette che indirette (Arnold, 1972; Wootton, 1994a, b).

In alcuni casi, eventi naturali o accidentali creano le condizioni per una verifica della fragilità o della robustezza delle comunità, sostituendosi al disegno dello sperimentatore; in particolare, quando fenomeni di mortalità di massa riducono drasticamente l'abbondanza di specie importanti, come è avvenuto per il riccio di mare *Diadema antillarum* (Sammarco *et al.*, 1974; Sammarco, 1980; Jackson e Kaufmann, 1987; Carpenter, 1988, 1990). Viceversa, spesso l'uomo si è sostituito agli eventi naturali, realizzando condizioni di sovrasfruttamento delle risorse che hanno portato a svelare il ruolo cardine di balene (May *et al.*, 1979), lontre (Estes *et al.*, 1978), merluzzi (Springer, 1992).

La comparsa di effetti drastici può essere legata anche alla introduzione di specie normalmente assenti dalla comunità. In questo caso, più che improbabili disegni sperimentali, sono eventi accidentali che provocano la comparsa di specie alloctone la cui importanza ecologica, in assenza dei naturali competitori, predatori e parassiti, cresce in senso esponenziale, come sta succendendo per *Caulerpa taxifolia* nel Mediterraneo (Verlaque e Fritayre, 1994). Anche episodi ricorrenti

di migrazione naturale possono determinare drammatici effetti di bioturbazione, con la distruzione di intere comunità, come nel caso della razza *Rhinoptera bonasus* cui è attribuibile la scomparsa di praterie di *Zostera marina* (Orth, 1975).

E' possibile identificare inequivocabilmente una specie cardine? Mac Arthur (1972) richiamava l'attenzione sullo studio della intensità di interazione, definendo come "forte interattore" una specie la cui rimozione avrebbe prodotto un effetto drammatico sulla comunità. Secondo Mills *et al.* (1993), è possibile definire l'importanza di una data specie in base alla percentuale di altre specie perse dalla comunità dopo rimozione di quella particolare specie; tuttavia, una prassi erroneamente consolidata fra gli ecologi è quella di considerare specie cardine quelle la cui rimozione provoca la scomparsa di almeno il 50% delle specie dalla comunità. A partire dal concetto di importanza per la comunità proposto da Mills *et al.* (1993), è stato recentemente formalizzato (Power *et al.*, 1996) un indice operazionale per quantificare la distinzione tra le specie cardine, le specie dominanti e gli altri membri della comunità, che misura l'effetto esercitato da ciascuna specie su una caratteristica della comunità. Questa misura viene chiamata **importanza di una specie per la comunità** (*community importance*, CI) ed è definita come l'effetto della presenza o della assenza di una specie su una proprietà emergente quantitativa, cioè misurabile (ricchezza specifica, biomassa, produttività, turnover dei nutrienti, abbondanza di uno o più gruppi funzionali, ecc...), della comunità o dell'ecosistema. In pratica, l'indice di importanza per la comunità **CI** per la specie *i* viene calcolato secondo l'equazione (1):

$$CI_i = \frac{X_{\oplus} - X_{\ominus}}{X_{\oplus}} \cdot \frac{1}{p_i} \qquad (1)$$

dove

$X_{\oplus}$ caratteristica della comunità in presenza della specie *i*;
$X_{\ominus}$ caratteristica della comunità in presenza della specie *i*;
p_i = abbondanza relativa della specie *i* (in termini di biomassa o copertura).

Nell'indice CI l'impatto totale (collettivo) di una specie è standardizzato rispetto alla abbondanza proporzionale della specie *i* prima della rimozione, ed è riferito al valore della caratteristica considerata (es.: ricchezza specifica) **in presenza** della specie *i*.

Se la specie non ha effetto o ha un effetto molto scarso, CI è uguale o prossimo a 0. Se la specie ha un effetto proporzionale alla sua abbondanza, CI è uguale o prossimo a 1 (se dopo la rimozione della specie *i*, la caratteristica X diminuisce) oppure a -1 (se dopo la rimozione della specie *i*, la caratteristica X aumenta). Se la specie ha un effetto molto elevato, sproporzionato alla sua abbondanza, il valore assoluto di CI è molto più grande di 1, ed è riferibile ad una specie cardine (Power *et al.*, 1996).

Se in una comunità sussiste un alto livello di ridondanza funzionale, e le interazioni sono di debole intensità, i valori di CI delle specie presenti saranno simili tra loro, e non molto distanti da zero. Le comunità con specie cardine avranno invece distribuzioni di frequenza di CI asimmetriche, con una o poche specie che hanno un effetto molto grande (valori assoluti di CI elevati) sulla comunità.

Nell'ambito dello studio delle intensità di interazione, può essere importante determinare l'effetto *pro capite* esercitato dagli individui della specie di cui si

vuole valutare l'impatto sulla comunità. Paine (1992) ha misurato l'intensità di interazione individuale di sette specie di invertebrati brucatori sulla crescita di germogli di alghe brune, utilizzando un indice di **intensità di interazione** (*interaction strength*, **IS**), ottenuto da (2):

$$IS_i = \frac{X_{\oplus} - X_{\ominus}}{X_{\ominus}} \cdot \frac{1}{n_i} \qquad (2)$$

dove

$X_{\oplus}$ caratteristica della comunità in presenza della specie *i*;
$X_{\ominus}$ caratteristica della comunità in presenza della specie *i*;
n_i = numero di individui della specie *i*.

In questo caso, l'impatto totale (collettivo) di una specie ($X_+ - X_-$) è normalizzato rispetto al numero di individui ($1/n_i$) (permettendo una valutazione dell'effetto *pro capite*), ed è riferito alla caratteristica **in assenza** della specie *i* ($1/X_-$): gli esperimenti di Paine (1992) riguardano difatti la introduzione sperimentale delle singole specie di erbivori a densità variabili su aree preventivamente denudate. L'assenza della specie *i* in quel caso è uno "stato di riferimento" (controllo).

I due indici CI e IS sono simili, ed il loro andamento è reciprocamente correlato, ma sussistono alcune importanti differenze. L'importanza per la comunità (CI) esprime l'impatto della specie *i* sulla comunità *in toto*, mentre l'intensità di interazione (IS) misura l'impatto che ciascun individuo della specie *i* esercita su un'altra specie o su un gruppo di altre specie (es.: germogli di più alghe brune).

La applicazione di CI o IS per la identificazione delle specie che svolgono un ruolo cardine può essere legata al progetto sperimentale (rimozione di una specie dalla comunità naturale, rimozione multipla, o introduzione controllata di coppie di specie o di singoli moduli di specie). L'indice di importanza per la comunità CI appare di grande utilità nel valutare l'impatto totale sulla comunità di specie per le quali può essere ardua o impossibile la determinazione del numero degli individui (es.: alghe e briozoi incrostanti, spugne, idrozoi, ascidie coloniali).

Viceversa, l'indice di intensità di interazione IS può consentire di semplificare l'analisi delle interazioni di specie non modulari, e di misurare le variazioni di impatto correlate a variazioni sperimentali di densità di minore entità rispetto a quelle del tipo presenza-assenza. Questo aspetto può essere particolarmente importante soprattutto quando il ruolo cardine di alcune specie è strettamente dipendente dal contesto ambientale e dalla fase temporale in cui si svolge l'interazione con le altre specie.

Specie cardine e specie non-cardine: rigido dualismo o transizione dinamica?

L'esito delle interazioni ed il ruolo assunto da ciascuna specie dipende strettamente dal contesto biotico, spaziale e temporale in cui hanno luogo le relazioni tra i membri delle popolazioni costituenti la comunità.

Menge *et al.* (1994) hanno dimostrato che il ruolo cardine di *Pisaster ochraceus* è in rapporto alle condizioni idrodinamiche locali: l'intensità di interazione con i mitili si riduce in maniera sostanziale, anche a distanza di poche decine di metri, sulle coste meno esposte al moto ondoso, dove la regolazione della comunità non è più dipendente da *P. ochraceus* (che perde il ruolo cardine), ma da corporazioni

multispecifiche di deboli predatori (predazione diffusa da parte di una corporazione cardine) o da stress ambientali (con intensità di predazione molto debole).

Il riccio di mare *Diadema antillarum* svolge un ruolo cardine sulla composizione della comunità di coralli fotofili che crescono sulla superficie libera delle barriere (Sammarco *et al.*, 1974). Sulle stesse barriere, sul lato inferiore dei coralli laminari e nelle fessure in ombra, il grazing del riccio è sempre elevato, ma le specie che dovrebbero sostituire le dominanti sciafile predate dal riccio non hanno velocità di crescita sufficiente da realizzare un cambiamento della composizione della comunità (Jackson e Kaufmann, 1987). In questo caso, *D. antillarum* non riveste un ruolo cardine, che dipende strettamente dalla entità della risposta biologica delle sue prede. Tuttavia l'impatto del riccio, che almeno sino al 1983 era il più importante brucatore delle barriere coralline dei Caraibi, ha probabilmente svolto un ruolo determinante (cardine), su scala temporale più ampia, sulla evoluzione di adattamenti strutturali e fisiologici nella comunità algale predata dal riccio (Steneck, 1983; Jackson e Kaufmann, 1987).

Nei sistemi rocciosi infralitorali del Nord America, in assenza del predatore cardine (es.: la lontra) i ricci possono rivestire un ruolo cardine nella formazione dei "barren grounds" (comunità impoverite dominate da corallinacee) (Estes e Palmisano, 1974; Breen e Mann, 1976; Duggins, 1980), ma solo quando il tasso individuale di alimentazione è elevato ed il consumo di germogli algali è prevalente rispetto al consumo di frammenti di alghe strappate dal substrato (Harrold e Reed, 1985). Il ruolo cardine è dunque dipendente dalla condizione fisiologica dei ricci e dalla qualità e quantità delle risorse disponibili, condizioni che possono variare ampiamente a seconda della stagione e delle località.

L'abbondanza delle popolazioni che svolgono un presunto ruolo cardine può essere cruciale: la maggior parte degli esperimenti condotti per analizzare la regolazione delle comunità sono basati sulla esclusione di specie. La rimozione permette di verificare l'impatto che quella specie, o meglio quella popolazione, esercita sul resto della comunità. Ma le popolazioni naturali sono soggette ad oscillazioni e fluttuazioni di densità (Boero, 1994) e l'effetto della rimozione può parallelamente variare nel tempo (ad esempio, su scala stagionale o annuale) (Strauss, 1991).

Alla luce di queste considerazioni, è dunque impossibile identificare caratteristiche ricorrenti nelle specie cardine o nei sistemi da queste regolati?

Menge *et al.* (1994) elencano sulla base delle proprie osservazioni e di esempi tratti dalla letteratura alcune proprietà che dovrebbero caratterizzare i sistemi con predazione cardine. Tra queste, una predazione selettiva preferenziale su una preda competitivamente dominante, una alta mobilità del predatore con un range di foraggiamento ampio, l'esistenza di rifugi spaziali e temporali per la preda. Queste proprietà tuttavia non sono costantemente presenti in tutti gli esempi riportati. Menge *et al.* (1994) giungono alla conclusione che probabilmente la sola caratteristica comune a tutti i sistemi con predazione cardine è quella di una alta produzione della preda, legata ad un'elevata disponibilità di risorse primarie ed ad un alto tasso di reclutamento.

Più in generale, è tuttavia probabile che si ritrovino più caratteristiche comuni a numerosi sistemi con specie cardine ma non a tutti, così come è possibile che di volta in volta si identifichino sistemi con specie cardine con alcune proprietà originali. La formulazione di protocolli e di guide da campo per la identificazione dei sistemi e delle specie cardine sembra pertanto destinata a fallire, anche in

considerazione della variabilità e dinamicità dei ruoli funzionali. Bond (1993) ha proposto di dare rilievo alla identificazione delle singole abilità competitive delle specie più longeve (che hanno maggiori possibilità di diventare dominanti) e degli agenti che prevengono l'instaurazione della loro dominanza. Tuttavia, questo criterio non consente di stimare adeguatamente l'importanza di specie cardine che regolano le comunità attraverso simbiosi mutualistiche o attraverso una modificazione dell'habitat. Ciò che invece sembra contraddistinguere generalmente le specie cardine è un elevato livello di specializzazione funzionale, ed in questo senso sembra utile il riferimento allo studio delle corporazioni con scarsa ridondanza, all'interno delle quali è più probabile trovare specie che svolgono almeno in parte un ruolo cardine. La specializzazione funzionale può essere determinata da una selezione preferenziale delle risorse ovvero da strutture corporee altamente differenziate o da strategie e comportamenti ad elevato impatto ambientale (es.: i granchi che scavano gallerie; le oloturie che alterano la composizione del sedimento; le razze che scalzano i rizomi di *Zostera marina*). In ogni caso, gli organismi con alto livello di specializzazione funzionale potranno rivestire un ruolo cardine soltanto in relazione al contesto ambientale e alla risposta globale della comunità.

Conclusioni

Le specie cardine hanno un ruolo fondamentale nella regolazione della struttura ed organizzazione di molte comunità. La identificazione delle specie cardine richiede una sperimentazione mirata ed una indagine prolungata, al fine di valutare l'evoluzione delle interazioni sia dirette che indirette. Tuttavia, in ambiente marino, le risposte alle manipolazioni delle comunità si realizzano in tempi più brevi rispetto agli ambienti terrestri, e questo facilita il compito dello sperimentatore (Bond, 1993). Anche altri fattori come reclutamento e produttività possono essere fondamentali nel determinare effetti prevalenti sulla struttura della comunità (Connell, 1985; Gaines e Roughgarden, 1985; Sutherland, 1990; Menge, 1992, 1995a, Wootton e Power, 1993). L'utilità del concetto di specie cardine è stata in passato messa in discussione (Mills *et al.*, 1993), soprattutto per la mancanza di una definizione priva di ambiguità. La questione sembra essere risolta, con l'adozione di una definizione (Power *et al.,* 1996) che distingue le specie cardine da quelle il cui impatto è debole o è proporzionato alla loro abbondanza relativa (specie dominanti). A questa definizione è stato associato uno strumento analitico per quantificare l'impatto della presunta specie cardine sul resto della comunità (indice di Importanza per la Comunità, CI) che costituisce un importante metro di valutazione e di confronto per l'attribuzione dello *status* di specie cardine in diversi sistemi ed in diversi momenti, in rapporto al contesto ambientale ed alla risposta delle specie che interagiscono, direttamente ed indirettamente, con la specie *keystone*. La valutazione degli effetti individuali delle interazioni tra specie (indice di intensità di interazione, IS) permette inoltre di quantificare l'importanza biologica *pro capite* di diverse popolazioni, e di ricavare informazioni predittive sulla capacità di una specie di modificare la struttura di una comunità.

L'importanza della adozione di questi strumenti sembra fondamentale nell'ambito della gestione e preservazione degli ecosistemi naturali: il dialogo tra politici ed esperti è spesso basato su un vocabolario ristretto, ed il concetto di specie cardine può servire a facilitare questo dialogo. La protezione di specie cardine non deve però essere prioritaria a quella delle specie non-cardine, poichè il ruolo

funzionale di ciascuna specie è dipendente dal contesto spaziale e temporale di osservazione, e specie criptiche possono svolgere ruoli diversi in tempi diversi. Inoltre fra le specie non cardine ci sono specie dominanti e specie strutturali (come le fanerogame marine) la cui importanza ecologica non è minore di quella delle specie cardine. In termini di stabilità della comunità, una perturbazione a livello di specie strutturali può determinare effetti di entità uguale o superiore a quella di perturbazioni che intervengono a livello di specie cardine. Da un punto di vista evolutivo, specie che svolgono un ruolo non-cardine in certi ambienti possono determinare nelle altre specie la comparsa di adattamenti morfofunzionali orientati, espressione di processi di convergenza tra le diverse interazioni con la specie non-cardine. Una specie può non essere determinante per la espressione di una data comunità in un dato momento storico, ma può condizionare l'evoluzione delle sue componenti.

Lo studio della diversità dei ruoli funzionali e della intensità di interazione fra le specie sembra essere un campo di ricerca aperto a molte strade, che potranno richiedere un grosso investimento in termini di energie e risorse, ma che possono permettere di sviluppare in tempi rapidi le conoscenze indispensabili per una corretta politica di protezione della biodiversità e per una razionale gestione delle risorse naturali. Occorre canalizzare gli sforzi e le risorse verso nuove direzioni, non solo per descrivere e classificare, ma per anche per cercare spiegazioni. Come osserva Lawton (1992), in natura la maggior parte delle interazioni sono ridondanti e di debole intensità, ma l'interazione tra teoria e sperimentazione in questo settore deve essere forte e in buona salute.

Summary

In many cases, late seral stages of ecological communitiés are characterized by low biodiversity: few species become dominant, and r-selected species almost disappear. Intermediate levels of disturbance avoid higher competitors overcoming, so that a greater number of life strategies can coexist within communities at high diversity (Connell, 1978).

In this framework, keystone species play a disturbance role. Paine's (1969) basic definition of keystone predator has been sometimes misinterpreted, to be erroneously referred to dominant or biomass-relevant species. However, the keystone concept must not be merely restricted to animals or to a particular trophic level, but is to be applied to a species whose impact on its community or ecosystem is much higher than expected by its biomass or abundance level. The concept is more softened, and the identification of keystone species needs investigations on patterns and scales of biotic interactions. Mechanisms controlling community dynamics can be recognized by experimental designes involving perturbations of model systems on "suspected" keystone species, such as removal or transplant experiments.

In the context of biodiversity studies, the compilation of floral and faunal checklists defines the community structure by species-extrinsic (i.e., static, morphology-related) diversity. However, every species plays an ecological role different from each other, but such intrinsic or functional diversity often remains unexplored. Most species are low-impact effectors, while a few species - the keystone species - are high interactors. However, primacy of high interactors (unchangeable species) and redundancy of low interactors (removable or changeable species) are

not fixed in time scale, which must be taken into account to identify multiple functional roles of organisms throughout their whole life histories.

A review of recent literature on these subjects is presented here, recalling potential and variability of the keystone concept in ecology.

Bibliografia

ARNOLD S.J. (1972) - Species densities of predators and their prey. *Am. Nat.*, **106**: 220-236.

BARBAULT R., COLWELL R.K., DIAS B., HAWKSWORTH D.L., HOSTON M., LASERRE P., STONE D., YOUNÈS T. (1991) - B. Conceptual framework and research and research issues for species diversity at the community level. In: SOLBRIG O.T. (Ed), *From Genes to Ecosystems: a Research Agenda for Biodiversity*, IUBS: 37-71.

BATTAGLIA B. (1996) - Biodiversità marina a livello intraspecifico. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 1-12.

BOERO F. (1994) - Fluctuations and variations in coastal marine environments. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **15**: 3-25.

BOERO F. (1996) - Specie, biodiversità e comunità. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 13-20.

BOND W.J. (1993) - Keystone species. In: Schulze E.-D. e Mooney H.A. (Eds) *Biodiversity and ecosystem function*. Springer-Verlag, New York, USA: 237-291.

BREEN P.A., MANN K.H. (1976) - Changing lobster abundance and the destruction of kelp beds by sea urchins. *Mar. Biol.*, **34**: 137-142.

CARPENTER R.C. (1988) - Mass mortality of a Caribbean sea urchins: immediate effects on community metabolism and other herbivores. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **85**: 511-514.

CARPENTER R.C. (1990) - Mass mortality in *Diadema antillarum*. *Mar. Biol.*, **104**: 67-77.

CHAPIN F.S., SCHULZE E.D., MOONEY H.A. (1992) - Biodiversity and ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.*, **7**: 107-108.

CONNELL J.H. (1985) - The conseguences of variation in initial settlement vs; postsettlement mortality in rocky intertidal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **93**: 11-45.

DUGGINS D.O. (1980) - Kelp beds and sea otters: an experimental approach. *Ecology*, **61**: 447-453.

EHRLICH P.R., EHRLICH A.H. (1981) *Extinction. The causes and consequences of the disappeareance of species*. Random House, New York.

ELNER R.W., VADAS R.L. Sr. (1990) - Inference in ecology: the sea urchin phenomenon in the Northwestern Atlantic. *Am. Nat.*, **136**: 108-125.

ESTES J.A., PALMISANO J.F. (1974) - Sea otter: their role in structuring nearshore communities. *Science*, **185**: 1058-1060.

ESTES J.A., SMITH N.S., PALMISANO J.F. (1978) - Sea otter predation and community organization in the western Aleutian Islands, Alaska. *Ecology*, **59**: 822-833.

FANELLI G. (1995) - Sviluppo di biocenosi di substrato duro in ambienti marini fortemente stressati. *Tesi di Dottorato in Ecologia Fondamentale (VII Ciclo).*

GAINES S.D., ROUGHGARDEN J. (1985) - Larval settlement rate: a leading determinant of structure in an ecological community of the marine intertidal zone. *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, **82**: 3707-3711.

HAIRSTON N. G., SMITH F.E., SLOBODKIN L.B. (1960) - Community structure population control and competition. *Am. Nat.*, **94**: 421-425.

HARROLD C., REED D.C. (1985) - Food availability, sea urchin grazing, and kelp forest community structure. *Ecology*, **66**: 1160-1169.

JACKSON J.B.C., KAUFMANN K.W. (1987) - *Diadema antillarum* was not a keystone predator in cryptic reef environments. *Science*, **235**: 687-689.

LAMOTTE M., BLANDIN P. (1985) - La trasformation des écosistèmes, cadre et moteur de l'évolution des espèces. In: *La vita e la sua storia*, Scientia Ed.: 161-190.

LAWTON J.H. (1992) - Feeble links in food webs. *Nature*, **355**: 19-20.

LAWTON J.H., BROWN V.K. (1993) - Redundancy in ecosystems. In: SCHULZE E.-D. & MOONEY H.A. (Eds.) *Biodiversity and ecosystem function*. Springer-Verlag, New York, USA: 255-270.

MACARTHUR R.H. (1972) - *Geographycal ecology*. Harper and Row Press, Chicago, Illinois, USA.

MAY R.M., BEDDINGTON J.R., CLARK C.W., HOLT S.J., LAWS R.M. (1979) - Management of multispecies fisheries. *Science*, **205**: 267-277.

MENGE B.A. (1992) - Community regulation: under what conditions are bottom-up factors important on rocky shores? *Ecology*, **73**: 755-765.

MENGE B.A. (1995) - Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs: pattern and importance. *Ecol. Monogr.*, **65**: 21-74.

MENGE B.A., SUTHERLAND R. (1987) - Community regulation: variation in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *Am. Nat.*, **130**: 730-757.

MENGE B.A., BERLOW E.L., BLANCHETTE C.A., NAVARRETE S.A., YAMADA S.B. (1994) - The keystone species concept: variation in interaction strength in a rocky intertidal habitat. *Ecol. Monogr.*, **64**: 249-286.

MILLS L.S., SOULE M.E., DOAK D.F. (1993) - The key-stone-species concept in ecology and conservation. *Bioscience*, **43**: 219-224.

ORTH R.J. (1975) - Destructiopn of Eelgrass, *Zoostera marina*, by the Cownose Ray, *Rhinoptera bonasus*, in the Chesapeake Bay. *Chesapeake Science*, **16**: 205-208.

PAINE R.T. (1966) - Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.*, **100**: 65-75.

PAINE R.T. (1969) - A note on trophic complexity and community stability. *Am. Nat.*, **103**: 91-93.

PAINE R.T. (1974) - Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between dominant competitor and its principal predator. *Oecologia*, **15**: 93-120.

PAINE R.T. (1980) - Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. *J. Anim. Ecol.*, **49:** 667-685.

PAINE R.T. (1992) - Food-web analysis through field measurement of per capita interaction strength. *Nature*, **355**: 73-75.

PIANKA E.R. (1994) - *Evolutionary ecology, 5th ed.* Harper Collins College Publishers: 486 pp.

POWER M.E., TILMAN D., ESTES J.A., MENGE B.A., BOND W.J., MILLS L.S., GRETCHEN D., CASTILLA J.C., LUBCHENCO J., PAINE R.T. (1996) - Challenges in the quest for keystones. *Bioscience*, **46** (8): 609-620.

PRESSEY R.L., HUMPRIES C.J., MARGULES C.R., VANE-WRIGHT R.I., WILLIAMS P.H. (1993) - Beyhond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends Ecol. Evol.*, **8**: 124-128.

SAMMARCO P.W. (1980) - Diadema and its relationship to coral spat mortality: grazing, competition, and biological disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **45:** 245-272.

SAMMARCO P.W., LEVINGTON J.S., OGDEN J.O. (1974) - Grazing and control of community structure by *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea): a preliminary study. *J. Mar. Res.*, **32**: 47-53.

SCHMITT R.J. (1987) - Indirect interactions between prey: apparent competition, predator aggregation, and habitat segregation. *Ecology*, **68**: 1887-1897.

SCHOENER T.W. (1993) - On the relative importance of direct versus indirect effects in ecological communities. In: KAWABE H., COHEN J.E., IWASAKI K. (Eds), *Mutualism and Community Organization*, Oxford University Press: 365-411.

SIMBERLOFF D. (1991) - Keystone species and community effects on biological introductions. In: Ginzberg L.R. (Ed.) *Assessing ecological risks of biotechnology*. Butterworth-Heinemann, Stoneham, MA.

STENECK R.S. (1983) - Escalating herbivory and resulting adaptive trends in calcareous algal crusts. *Paleobiology*, **9**: 44-61.

STRAUSS S.Y. (1991) - Indirect effects in community ecology: their definition, study and importance. *Trends Ecol. Evol.*, **6**: 206-210.

STRONG D.R. (1992) - Are trophic cascade all wet? Differentiation and donor-control in speciose ecosystems. *Ecology*, **73**: 747-754.

SUTHERLAND J.P. (1978) - Functional roles of *Schizoporella* and *Styela* in the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecology*, **59**: 257-264.

SUTHERLAND J.P. (1990) - Recruitment regulates demographic variation in a tropical intertidal barnacle. *Ecology*, **71**: 955-972.

VERLAQUE M., FRITAYRE P. (1994) - In: BOUDOURESQUE C.F., MEINEZ A., GRAVEZ V. (Eds), *1st International Workshop on Caulerpa taxifolia*, 349-353.

WOOTTON J.T. (1993) - Indirect effects and habitat use in an intertidal community: interaction chains and interaction modifications. *Am. Nat.*, **141**: 71-89.

WOOTTON J.T. (1994a) - Predicting direct and indirect effects: an integrated approach using experiments and path analysis. *Ecology*, **75**: 151-165.

WOOTTON J.T. (1994b) - The nature and consequences of indirect effects in ecological communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **25**: 443-466.

WOOTTON J.T., POWER M.E. (1993) - Productivity, consumers, and the structure of a river food chain. *Proc. Natl. Acad. Sci.(USA)*, **90**: 1384-1387.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 115-121

L. Airoldi, A. Vannucci, F. Lenzi, F. Cinelli

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta 6 - 56126 Pisa, Italia.

INTERAZIONI COMPETITIVE TRA ALGHE INCROSTANTI ED A FELTRO IN UN HABITAT INFRALITORALE ROCCIOSO DEL LITORALE LIVORNESE

COMPETITIVE INTERACTIONS AMONG ENCRUSTING AND TURFING ALGAE ON A ROCKY SUBTIDAL SHORE SOUTH OF LIVORNO (MEDITERRANEAN SEA)

Abstract

Competitive interactions among encrusting corallines and filamentous turfing algae living on a rocky subtidal shore south of Livorno are under study. Preliminary results suggest that encrusting corallines potentially inhibit the development of overgrowing turfs.

Key-words: competition, encrusting corallines, turfing algae, rocky subtidal.

Introduzione

Negli habitat infralitorali rocciosi lo spazio disponibile per l'insediamento delle specie algali rappresenta, generalmente, una risorsa limitante. Le alghe, pertanto, competono per l'occupazione del substrato primario (Olson e Lubchenco, 1990). Il risultato finale di tali interazioni non dipende unicamente dalle capacità competitive delle singole specie, ma è mediato da altri fattori quali, ad esempio, le caratteristiche dell'ambiente fisico, la presenza di fenomeni di disturbo e la collocazione temporale degli eventi competitivi (Sousa, 1979; Dunson e Travis, 1991; Steneck *et al.*, 1991). Le alghe corallinacee incrostanti e quelle con morfologia a feltro sono tra le specie più diffuse ed abbondanti in molti habitat infralitorali rocciosi dove, trovandosi a diretto contatto, possono entrare in competizione per lo spazio. In generale, le specie a feltro tendono ad epifitare le specie incrostanti, mentre queste ultime possono sopravvivere a lunghi periodi di soffocamento o addirittura rimuovere le specie epifite o inibirne il reclutamento (Breitburg, 1984; Johnson e Mann, 1986; Sebens, 1986; Miles e Meslow, 1990; Kendrick, 1991). La dinamica delle interazioni competitive tra queste due forme di crescita, tuttavia, è ancora poco conosciuta.

Nel presente lavoro vengono presentati i risultati preliminari di alcune ricerche volte ad indagare le modalità di interazione competitiva tra alghe incrostanti e a feltro in un habitat infralitorale (12-15 m di profondità) roccioso del litorale livornese (Mar Ligure). In tale area il fondale è costituito da una vasta piattaforma di arenaria cosparsa di massi che ospitano un popolamento algale quantitativamente dominato da un denso feltro originato dalla specie filamentosa *Polysiphonia setacea* Hollenberg (Airoldi *et al.*, 1995). Tale feltro tende a ricoprire le altre specie vegetali, rappresentate principalmente da forme incrostanti (soprattutto corallinacee non articolate del genere *Lithotamnion* e *Peyssonnelia* spp.). La ricerca è stata realizzata a partire dal luglio 1995 utilizzando metodologie di sperimentazione sul campo volte a valutare in maniera specifica: 1) gli andamenti distributivi delle

specie incrostanti e del feltro algale in funzione delle caratteristiche del substrato (dimensione dei massi e posizione laterale o centrale rispetto alla superficie degli stessi), 2) i meccanismi di competizione tra corallinacee incrostanti e *P. setacea* e 3) il potenziale ruolo di tali interazioni nel determinare gli andamenti distributivi osservati.

Materiali e metodi

La distribuzione delle alghe incrostanti è stata quantificata all'inizio della ricerca in 3 aree di circa 50 m^2, selezionate a random. In ciascuna area sono stati individuati 6 massi di dimensioni inferiori a 1000 cm^2 (piccoli), 6 di dimensioni comprese tra 1000 e 2000 cm^2 (medi) e 6 di dimensioni superiori a 2000 cm^2 (grandi). I massi sono stati campionati sulla superficie superiore orizzontale; relativamente a ciascuna area ed a ciascuna dimensione, 3 massi sono stati campionati in posizione centrale mentre gli altri 3 lungo il margine. Il ricoprimento percentuale delle alghe incrostanti è stato stimato visivamente utilizzando il metodo descritto da Dethier *et al.* (1993) in 2 repliche per ciascun masso rappresentate da quadrati di 5 x 5 cm. Prima del campionamento, il feltro algale è stato rimosso manualmente da ciascun quadrato, facendo attenzione a non danneggiare le specie sottostanti. I dati di ricoprimento percentuale sono stati analizzati con un modello misto a 4 vie di analisi della varianza (ANOVA), con area (3 livelli), dimensione (piccola, media e grande) e posizione (laterale e centrale) come fattori (rispettivamente random il primo e fissi gli altri due) ortogonali e masso (3 livelli) come variabile random gerarchizzata nell'interazione dei primi tre. Prima di effettuare l'analisi, l'omogeneità delle varianze è stata verificata utilizzando il test di Cochran (Underwood, 1981)

La distribuzione del feltro algale è stata determinata adottando un disegno di campionamento analogo a quello per le specie incrostanti, con la differenza che le misurazioni sono state effettuate in 2 aree, in ogni area sono stati campionati 8 massi piccoli, 8 medi e 8 grandi assegnati in gruppi di 4 a due diverse posizioni di campionamento (laterale o centrale) con una singola replica per sasso. In questo caso, quindi, l'ANOVA comprendeva 3 sole variabili, area (2 livelli; random), dimensione (piccola, media e grande; fisso) e posizione (laterale e centrale; fisso) ortogonali l'uno all'altro.

L'effetto delle corallinacee incrostanti sullo sviluppo e la distribuzione del feltro algale è stato studiato da agosto 1995 a marzo 1996 mediante un esperimento sul campo che aveva lo scopo di valutare se le corallinacee possono ridurre lo sviluppo del feltro ed, eventualmente, se tale inibizione è legata a meccanismi che dipendono dalle condizioni di vitalità dell'alga. Ventiquattro corallinacee del genere *Lithotamnion* di dimensioni pari a circa 8 x 8 cm e non ricoperte dal feltro sono state marcate ed attribuite a random ai seguenti trattamenti con 6 repliche ciascuno: (1) corallinacee rimosse (con martello e spatola), (2) morte (prelevate, seccate in stufa a 60°C per 48 ore e riposizionate mediante resina epossidica), (3) vive (staccate e riposizionate subito come le precedenti così da valutare eventuali artefatti legati al trapianto) e (4) non manipolate. Il ricoprimento delle unità sperimentali da parte del feltro è stato seguito mediante campionamenti fotografici ogni 2-3 mesi. Le diapositive sono state analizzate in laboratorio proiettandole su una griglia di 25 quadrati che consentiva di stimare il ricoprimento percentuale delle diverse specie utilizzando il metodo visivo di Dethier *et al.* (1993). I dati

di ricoprimento percentuale del feltro sono stati analizzati con un'ANOVA ad 1 via. Le medie dei trattamenti sono state confrontate a posteriori con il test Student-Newman-Keuls (SNK) per confronti multipli (Underwood, 1981).

Risultati e discussione

Nell'area di studio le alghe incrostanti mediamente colonizzano il 49.7 % del substrato roccioso (Fig. 1). L'interazione significativa di secondo ordine area x dimensione x posizione (Tab. 1) suggerisce che la distribuzione delle specie incrostanti è piuttosto eterogenea, variando in ciascuna area in funzione sia della dimensione

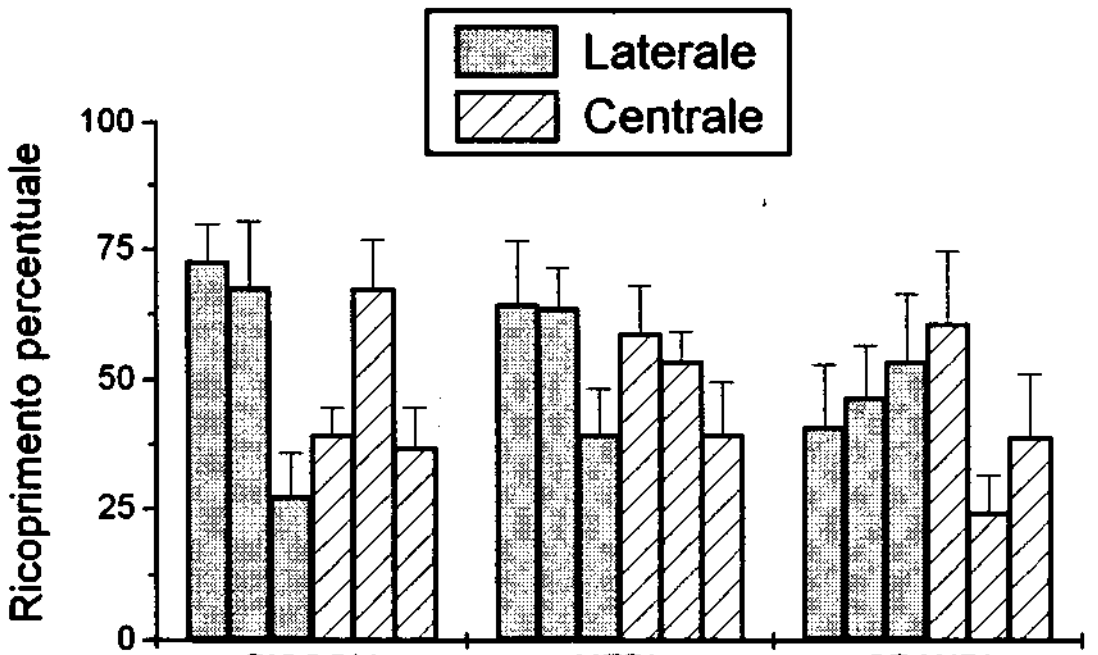


Fig. 1 - Distribuzione spaziale delle specie incrostanti in 3 aree di studio in funzione della dimensione dei massi (piccoli, medi e grandi) e della posizione rispetto alla loro superficie superiore. I dati rappresentano valori medi (+ 1 DS, n = 6) di ricoprimento percentuale unificati tra massi.

Spatial distribution of encrusting algae in 3 areas as a function of dimension of the boulders (small, medium and large) and position (centre and border) relative to the boulder surface. Plotted data are mean percent covers (+ 1 SD, n = 6) pooled across boulders.

dei massi che della posizione laterale o centrale rispetto alla loro superficie; il test SNK per confronti multipli, ad eccezione di un caso, non ha, però, evidenziato nessuna ipotesi alternativa all'ipotesi nulla. La distribuzione del feltro è più omogenea (Fig. 2), e non è risultata significativamente influenzata da nessuno dei fattori testati. Mediamente il feltro colonizza l'85.29 % del substrato, ricoprendo una percentuale consistente di alghe incrostanti. Quindi, il popolamento risulta in parte organizzato su due strati, e le forme incrostanti e a feltro possono coesistere sulle stesse superfici monopolizzando il substrato indipendentemente dalle sue caratteristiche.

Le alghe incrostanti sono tra le specie più suscettibili ad essere epifitate dai feltri algali (Steneck, 1986; Kendrick, 1991). I meccanismi che consentirebbero a queste specie di svilupparsi nonostante gli epifiti e di dominare in molti habitat infralitorali sono stati prevalentemente identificati nella dipendenza da fattori di disturbo esterni sia fisici che biotici che rimuovono gli epifiti (Dethier 1994) e

Tab. 1 - Effetto dell'area (3 livelli: A_1, A_2 e A_3), della dimensione dei massi (3 livelli: piccoli = P, medi = M e grandi = G), della posizione rispetto alla loro superficie superiore (2 livelli: laterale = L e centrale = C) e dei massi stessi (3 livelli: 3 massi per ciascuna combinazione di area, dimensione e posizione) sul ricoprimento percentuale delle alghe incrostanti.

Effects of area (3 levels: A_1, A_2 and A_3), boulder dimension (3 levels: small = P, medium = M and large = G), position with respect to the boulder surface (2 levels: lateral = L and central = C) and boulder (3 levels: 3 boulders for each combination of area, dimension and position) on the percent coverage of encrusting algae.

Fonti di variabilità	g.l.	$\overline{SQ}$	F	p	Denominatore per F	Test SNK		
Area = A	2	3027	4.816	**0.014**	Masso (A x D x Po)	A x D x Po		
Dimensione = D	2	860.5	0.512	0.634	A x D	Area	Dimensione	Posizione
Posizione = Po	1	1076	5.835	0.137	A x Po	A_1	P	L > C
A x D	4	1684	2.68	**0.047**	Masso (A x D x Po)		M	n.i.a
A x Po	2	184.5	0.293	0.747	Masso (A x D x Po)		G	n.i.a
D x P	2	20.7	0.014	0.986	A x D x Po	A_2	P	n.i.a
A x D x Po	4	1467	2.402	**0.025**	Combinato		M	n.i.a
Masso (A x D x Po)	36	628.7	1.05	0.429	Residuo		G	n.i.a
Residuo	54	599.2				A_3	P	n.i.a
[a]Combinato	90	610.9					M	n.i.a
							G	n.i.a
Test di Cochran	C = 0.101, p > 0.05							
Trasformazione	nessuna							

[a]Termine combinato = Masso (A x D x Po) + residuo
n.i.a. = nessuna ipotesi alternativa

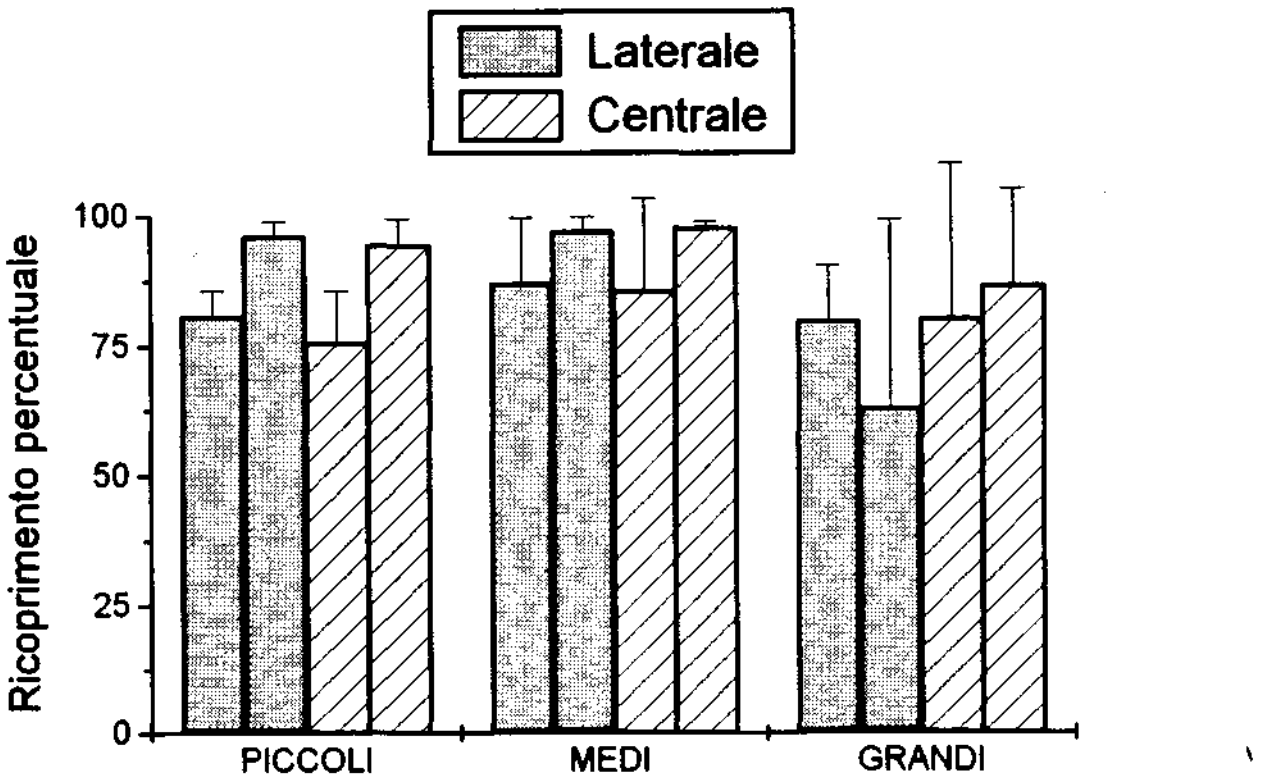


Fig. 2 - Distribuzione spaziale del feltro algale in 2 aree di studio in funzione della dimensione dei massi (piccoli, medi e grandi) e della posizione rispetto alla loro superficie superiore. I dati rappresentano valori medi (+ 1 DS, n = 4) di ricoprimento percentuale.

Spatial distribution of filamentous turfing algae in 2 areas as a function of dimension of the boulders (small, medium and large) and position (centre and border) relative to the boulder surface. Plotted data are mean percent covers (+ 1 SD, n = 4).

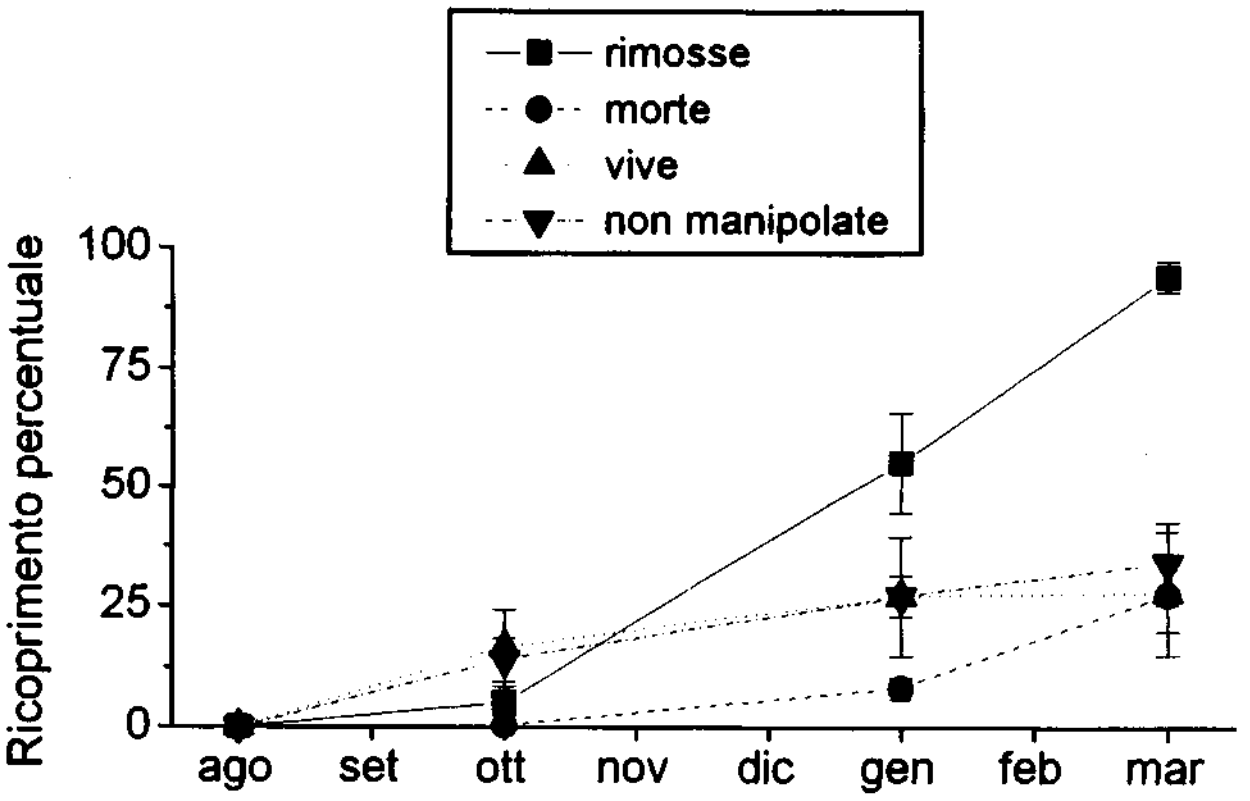


Fig. 3 - Effetto delle corallinacee incrostanti sullo sviluppo del feltro algale. I dati rappresentano valori medi (± 1 ES, n = 6) di ricoprimento percentuale del feltro algale.

Effect of encrusting corallines on the development of the algal turf. Plotted data are mean percent covers (± 1 SE, n=6) of the algal turf.

nella capacità di queste specie di sopravvivere per anni coperte da altre specie (Sebens, 1986; Miles e Meslow, 1990; Kendrick, 1991). Alcune corallinacee sono, inoltre, in grado di inibire lo sviluppo delle specie epifite (Breitburg, 1984; Johnson e Mann, 1986), ma i meccanismi che consentono tale inibizione sono ancora dibattuti (Keats *et al.*, 1994). Nel presente studio, la rimozione delle corallinacee ha incrementato significativamente l'abbondanza del feltro (Fig. 3; ANOVA, $F_{3,20}$ = 13.69, $P < 0.0001$; SNK Test, rimosse > non manipolate = vive = morte), suggerendo che esse ne inibiscano lo sviluppo. Tale effetto inibitorio, tuttavia, non sembra dipendere da proprietà legate alla vitalità delle corallinacee: nessuna differenza è stata, infatti, osservata nel ricoprimento percentuale del feltro sulle corallinacee vive e morte. E' ipotizzabile che le corallinacee rappresentino per il feltro un substrato meno favorevole rispetto alla roccia in quanto la loro superficie liscia ne facilita la rimozione da parte del moto ondoso o dell'effetto abrasivo del sedimento. In tal caso l'intensità dell'effetto che le corallinacee hanno sul feltro potrebbe cambiare in funzione del regime di disturbo dell'area. Alcuni esperimenti sono attualmente in corso per verificare questa ipotesi.

Conclusioni

I risultati preliminari di questa ricerca suggeriscono che la distribuzione del feltro algale nell'area di studio è potenzialmente influenzata da fenomeni di interazione competitiva con le specie incrostanti. Le corallinacee, infatti, rappresentano un substrato meno favorevole rispetto alla roccia per lo sviluppo del feltro. Durante il periodo di studio, tuttavia, queste interazioni non hanno influenzato in maniera rilevante l'abbondanza e la distribuzione del feltro, che ricopriva una percentuale consistente di corallinacee monopolizzando il substrato indipendentemente dalle sue caratteristiche. Ulteriori ricerche sono attualmente in corso per valutare se l'importanza dell'effetto che le corallinacee esercitano sul feltro possa variare nel tempo in funzione del regime di disturbo cui la comunità è sottoposta.

Summary

Encrusting corallines and filamentous turfs are among the most abundant marine organisms living on hard substrata within the euphotic zone, where they often come into contact and presumably undergo competition for space. Generally, filamentous turfs overgrow encrusting corallines which, on the contrary, seem to be able to survive smothering or even inhibit the development of turfs. However, the dynamics of competitive interactions between these two groups is still poorly understood. In the present study, the spatial relationships between encrusting corallines and filamentous turfing algae living on a rocky subtidal (12-15 m in depth) boulder field south of Livorno (Western Mediterranean Sea) were investigated from July 1995 to March 1996. Multifactorial experiments were carried out in order to specifically address: (1) whether the distribution of encrusting corallines and filamentous algae varied with dimension of the boulders (small, medium and large) and position (centre and border) with respect to the boulder surface; (2) whether the experimental removal of encrusting corallines enhanced the development of the turf and, if so, whether the inhibitory effects of corallines depended on the vitality of the alga. In the study area the encrusting corallines and the filamentous turf colonised on average 49.7 and 85.29 % of the rocky substrata respectively, independently of dimensions of the boulders and position with respect to the boulder

surface. The removal of the encrusting corallines significantly enhanced the development of the turf, but the effects were not dependent on the vitality of the corallines. It is suggested that encrusting corallines are less suitable than rock as substratum for the turf because their smooth surface facilitates the removal of the turf by storm waves. Encrusting corallines, therefore, potentially affect the distribution of the turf, but such effects were not very evident during this study, when the abundance of the turf was very high and it covered a large percentage of corallines. Further researches are in progress to verify if the importance of the observed effects may vary over time depending on the regime of disturbance of the area.

Ringraziamenti

Ringraziamo L. Benedetti-Cecchi per l'accurata revisione del manoscritto e F. Rindi per la determinazione delle corallinacee incrostanti.

Bibliografia

AIROLDI L., RINDI F., CINELLI F. (1995) - Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Bot. Mar.*, **38**: 227-237.

BREITBURG D.L. (1984) - Residual effects of grazing: inhibition of competitor recruitment by encrusting coralline algae. *Ecology,* **65**: 1136-1143.

DETHIER M.N. (1994) - The ecology of intertidal algal crusts: variation within a functional group. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **177**: 37-71.

DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TEAR L.M. (1993) - Visual versus random-point cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.

DUNSON W.A., TRAVIS J. (1991) - The role of abiotic factors in community organization. *Am Nat.*, **138**: 1067-1091.

JOHNSON C.R., MANN K.H. (1986) - The crustose coralline alga, *Phymatolithon* Foslie, inhibits the overgrowth of seaweeds without relying on herbivores. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **96**: 127-146.

KEATS D.W., WILTON P., MANEVELDT G. (1994) - Ecological significance of deep-layer sloughing in the eulitoral zone coralline alga, *Spongites yendoi* (Foslie) Chamberlain (Corallinacee, Rhodophyta) in South Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **175**: 145-154.

KENDRICK G.A. (1991) - Recruitment of coralline crusts and filamentous turf algae in the Galapagos archipelago: effect of simulated scour, erosion and accretion. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **147**: 47-63.

MILES A.K., MESLOW E.C. (1990) - Effects of experimental overgrowth on survival and change in the turf assemblage of a giant kelp forest. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **135**: 229-242.

OLSON A.M., LUBCHENCO J. (1990) - Competition in seaweeds: linking plant traits to competitive outcomes. *J. Phycol.*, **26**: 1-6.

SEBENS K.P. (1986) - Spatial relationships among encrusting marine organisms in the New England subtidal zone. *Ecol. Monogr.*, **56**: 73-96.

SOUSA W.P. (1979) - Experimental investigations of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community. *Ecol. Monogr.*, **49**: 227-254.

STENECK R.S. (1986) - The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptive strategies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **17**: 273-303.

STENECK R.S., HACKER S.D., DETHIER M.N. (1991) - Mechanisms of competitive dominance between crustose coralline algae: an herbivore- mediated reversal. *Ecology,* **72**: 938-950.

UNDERWOOD A.J. (1981) - Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.*, **19**: 513-605.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 122-126

G. Ceccherelli, L. Benedetti-Cecchi

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

EFFETTO DELLO STRATO FOGLIARE DI *POSIDONIA OCEANICA* SULLA TAGLIA DELLE FRONDE DI *CAULERPA TAXIFOLIA*

EFFECT OF THE CANOPY OF *POSIDONIA OCEANICA* ON BLADE SIZE OF *CAULERPA TAXIFOLIA*

Abstract

The effect of the canopy of Posidonia oceanica *on blade size of the introduced alga* Caulerpa taxifolia *was investigated. A positive effect of the canopy of the seagrass on the growth of the alga was observed and an overall high variability of blade size on small spatial scale was also highlighted.*

Key-words: *P. oceanica*, *C. taxifolia*, canopy, biological invasion.

Introduzione

La diffusione dell'alga verde tropicale *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in Mediterraneo rappresenta un forte impatto biologico per le praterie a fanerogame marine di *Posidonia oceanica* (L.) Delile e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers (de Villèle e Verlaque, 1995). *Caulerpa taxifolia* in Mediterraneo, infatti, possiede fronde di taglia molto maggiore che nei mari tropicali, colonizza la maggior parte dei tipi di substrati (fangosi, sabbiosi, ciottolosi, cemento e letti a fanerogame marine) e i popolamenti; fino a 20 m di profondità, risultano di densità estremamente elevate.

Inoltre, una volta insediata, *C. taxifolia* persiste per tutto l'anno e possiede una alta capacità di diffusione vegetativa.

Come dimostrato da de Villèle e Verlaque (1995) le chiazze di *P. oceanica* invase da *C. taxifolia* mostrano (rispetto a siti non impattati) evidenti sintomi di regressione: clorosi, minore densità dei fasci, larghezza, spessore e longevità delle foglie insieme ad una alta incidenza di fasci morti. Inoltre questi autori hanno suggerito che i rizomi di *P. oceanica* rappresentano un substrato favorevole per la colonizzazione di *C. taxifolia* e che le praterie dense di *P. oceanica* potrebbero avere maggiori probabilità di resistere all'invasione rispetto a quelle meno dense.

Infatti lo strato fogliare di *P. oceanica* può, dal punto di vista meccanico, rappresentare per le fronde di *C. taxifolia* un fattore di protezione, riducendo l'intensità di turbolenza se la velocità di flusso idrodinamico è bassa (Gambi *et al.*, 1990), o di disturbo se la velocità di flusso è tale da determinare il continuo movimento delle foglie della fanerogama (Fonseca e Fisher, 1986). Lo strato fogliare di *P. oceanica* rappresenta inoltre un elemento di oscuramento nei confronti delle fronde dell'alga, specialmente in una fase iniziale di crescita, quando cioè le fronde sono di taglia molto minore rispetto alle foglie della fanerogama.

Il presente studio ha avuto come scopo quello di indagare l'effetto dello strato fogliare di *P. oceanica* sulle fronde di *C. taxifolia* seguendo sia un approccio descrittivo che sperimentale.

Materiali e metodi

Lo studio si è svolto interamente sul campo in un'area della baia di Galenzana nel golfo di Marina di Campo, situato lungo la costa sud dell'Isola d'Elba.

Lo studio descrittivo è stato condotto in un area costituita da un letto a fanerogame marine dell'infralitorale superficiale (1 m di profondità) costituito da una prateria continua di *Cymodocea nodosa* e da poche chiazze di *P. oceanica*. In quest'area *Caulerpa taxifolia* occupa tre tipi di habitat: 1) *C. taxifolia* mista a *P. oceanica*; 2) *C. taxifolia* mista a *Cymodocea nodosa*; 3) chiazze monospecifiche di *Caulerpa taxifolia* su sabbia e ciottoli.

La taglia di *C. taxifolia* come lunghezza delle fronde è stata misurata in questi tre habitat da ottobre 1994 fino a dicembre 1995, in tre date diverse per ogni stagione scelte a caso all'inizio dello studio. Per ogni campionamento sono state scelte, a caso su un totale di otto, quattro aree per ognuno dei tre habitat e quattro fronde (anch'esse selezionate a caso) sono state misurate in ciascuna area. Le misure sono state eseguite *in situ* con un calibro di plastica. Le fronde (intere) sono state misurate dal livello dello stolone; per l'habitat a *P. oceanica* sono state misurate fronde al margine delle chiazze.

I dati sono stati analizzati attraverso l'analisi della varianza a tre fattori: 1) "habitat", trattato come fattore fisso; 2) "tempo", trattato come fattore casuale; 3) "area", trattato come fattore casuale gerarchizzato nell'interazione "habitat" x "tempo". Il test di Cochran è stato usato per verificare l'omogeneità delle varianze.

Lo studio sperimentale ha saggiato l'effetto dello strato fogliare di *P. oceanica* sull'accrescimento delle fronde di *C. taxifolia* in termini di densità di fasci (sfoltendo i fasci al 50% e al 10% nei trattamenti e lasciandoli al 100% nei controlli) e di lunghezza delle foglie (T=totale, R=ridotta a 1/3). E' stata utilizzata la tecnica dei trapianti dal momento che questo lavoro è stato condotto nella prateria a *P. oceanica* immediatamente antistante l'area colonizzata da *C. taxifolia* nella baia di Galenzana.

Sono stati scelti due siti di profondità diversa (2 m e 10 m) e in ognuno di essi sono state scelte 12 aree a cui sono stati attribuiti a caso i 6 trattamenti (2 aree per ciascuno): 100%T, 100%R, 50%T, 50%R, 10%T e 10%R. In ogni area sono state preparate 3 unità sperimentali. Le unità sperimentali (50 x 25 cm) sono state preparate lungo il margine della prateria e in ognuna di esse sono stati trapiantati 4 stoloni (della lunghezza di circa 20 cm ognuno) così che fosse probabile ritrovarne almeno uno per unità e, in condizioni più ottimali, per evitare di campionare in tempi diversi gli stessi stoloni e avere quindi dei dati indipendenti nel tempo.

Le 72 unità sperimentali complessive sono state preparate durante giugno 1995 e i trapianti sono stati effettuati nel luglio 1995.

In ottobre e dicembre 1995 è stata campionata *in situ*, con un calibro di plastica, la lunghezza di due fronde per stolone; sia le fronde che lo stolone sono stati scelti a caso.

I dati sono stati analizzati tramite un'ANOVA a 6 fattori: la "profondità" del sito, la "densità" dei fasci e la "lunghezza" delle foglie di *P. oceanica* sono stati trattati come fattori fissi ortogonali. I fattori "area", "tempo" e "unità sperimentale" sono stati trattati come caso: l'"area" gerarchizzata nell'interazione dei fattori fissi e l'"unità sperimentale" gerarchizzata nell'"area". Il test di Cochran è stato usato per verificare l'omogeneità delle varianze e il test SNK per confronti multipli per saggiare le ipotesi alternative.

Risultati

Dallo studio descrittivo la lunghezza delle fronde di *C. taxifolia* è risultata variare su piccola scala spaziale diversamente a seconda del tempo (interazione tempo x area(habitat), $F_{126,540}$=3.79, p=0.0000).

In generale, la taglia delle fronde è risultata in stretta relazione con il tipo di habitat: per tutto il periodo di studio le fronde più lunghe sono state ritrovate nell'habitat a *P. oceanica* e le più corte nell'habitat a sabbia e ciottoli (analisi della varianza, test SNK). Inoltre una generale fluttuazione temporale della taglia delle fronde è apparsa evidente in ogni habitat e i valori minimi sono stati riscontrati in aprile (Fig. 1).

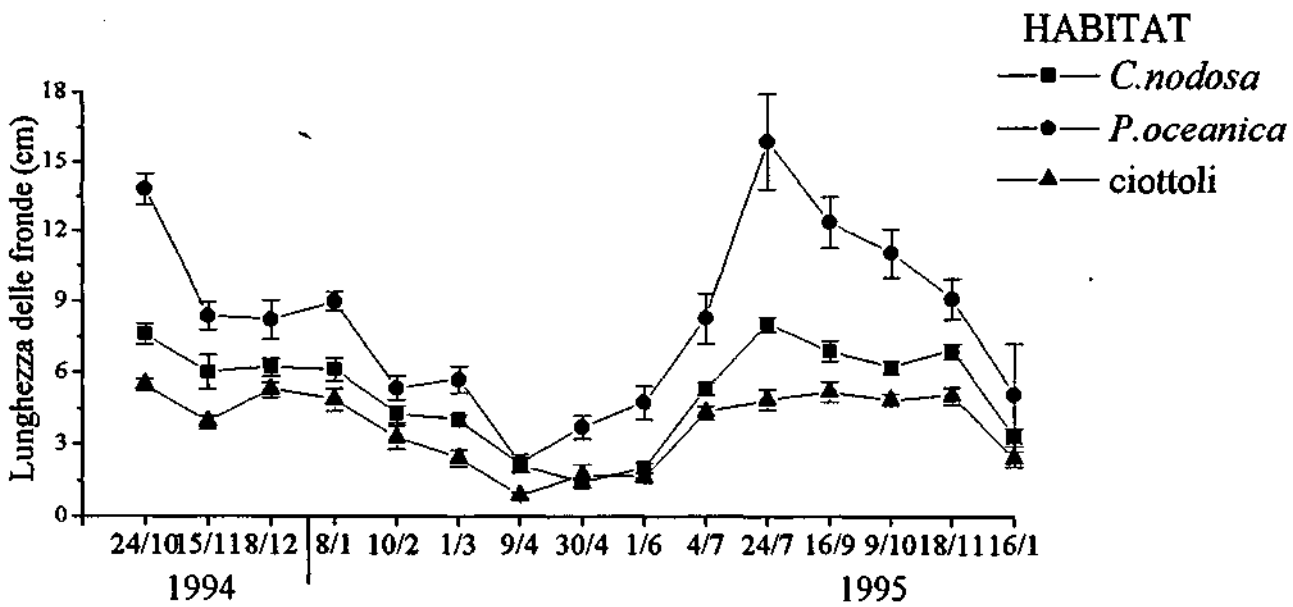


Fig. 1 - Variazione della taglia delle fronde di *C. taxifolia* nel periodo di studio nei tre habitat. Ogni valore rappresenta la media di 16 osservazioni e le barre verticali si riferiscono all'ES.

Variation in C. *taxifolia* blade size during the study period in three habitats. Mean values refer to 16 observations and vertical bars to SE.

I risultati ottenuti dallo studio sperimentale mostrano una netta tendenza di *C. taxifolia* ad accrescersi maggiormente alla profondità di 10 m rispetto a quella di 2 m (Fig. 2); comunque la taglia delle fronde è risultata significativamente maggiore alla profondità di 10 m solo in ottobre nei trattamenti di 50%T e 50%R e in dicembre nei controlli (100%T) e nel trattamento 50%R (test SNK dell'interazione profondità x densità dei fasci x lunghezza delle foglie x tempo $F_{2,12}$=4.40, p=0.0369).

Inoltre, da ottobre a dicembre, è risultato evidente il decremento della lunghezza delle fronde di *C. taxifolia* che riflette l'andamento stagionale messo in evidenza dallo studio descrittivo (Fig. 2): la differenza di taglia tra i due campionamenti è risultata significativa solamente alla profondità di 10 m nel trattamento 50%T. A parità di condizioni (profondità, lunghezza delle foglie e tempo di campionamento) non è stato riconosciuto nessun effetto della densità dei fasci di *P. oceanica* sull'accrescimento dell'alga. Nell'ultimo campionamento le fronde in assoluto più lunghe sono state ritrovate nei controlli (100%T) del sito a 10 m di profondità.

Discussione e conclusioni

I risultati dello studio descrittivo suggeriscono l'ipotesi che la vicinanza di una pianta a *C. taxifolia* determini un incremento della taglia delle fronde dell'alga

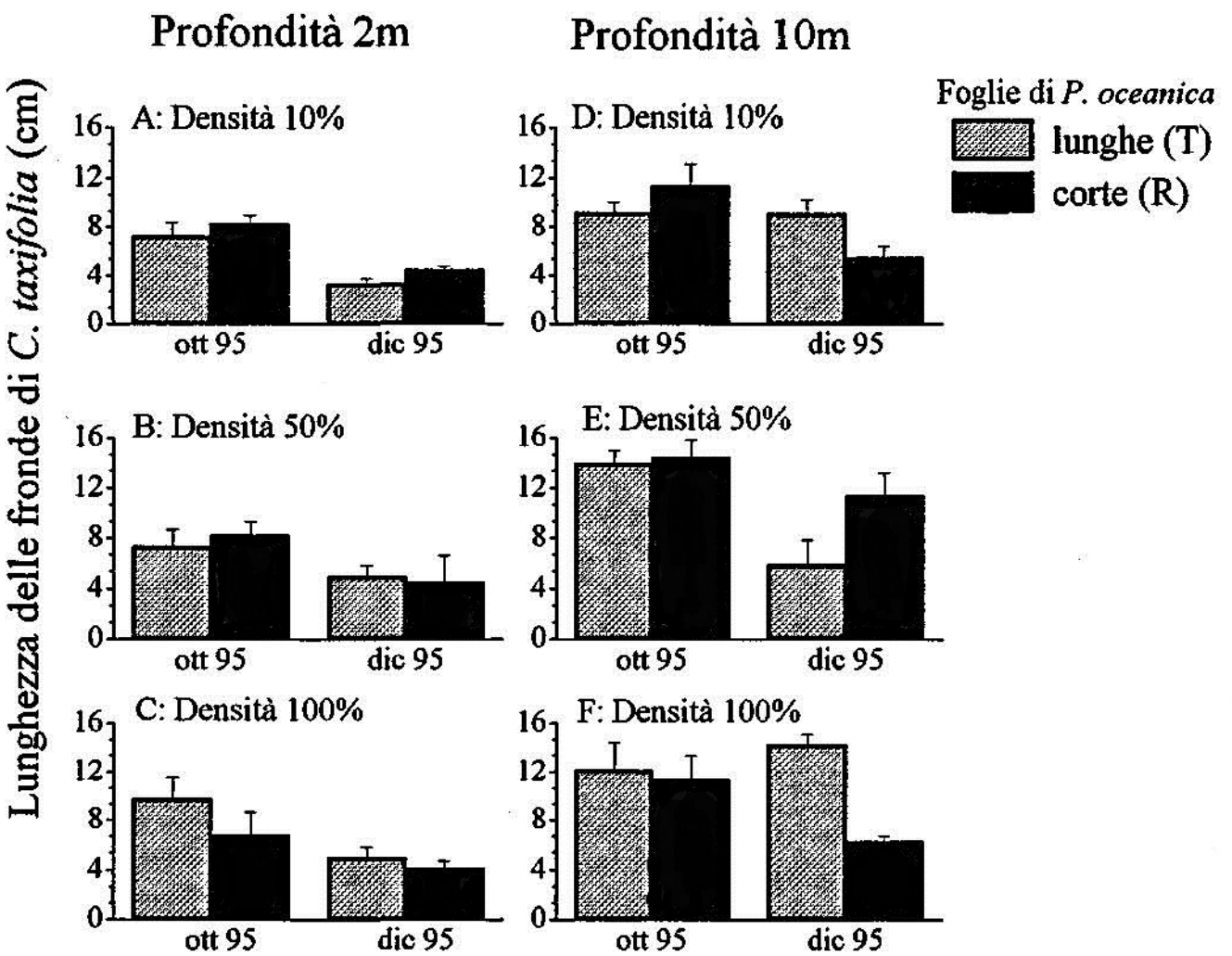


Fig. 2 - Taglia media (n=4, +ES) delle fronde di *C. taxifolia* dopo tre (ottobre 1995) e cinque mesi (dicembre 1995) dal trapianto. Per ogni trattamento è rappresentata la media delle lunghezze raggruppate per unità sperimentale e area.

Mean C. *taxifolia* blade size (n=4, +SE) three (October 1995) and five (December 1995) months after transplantation. Each treatment mean value represents the pooling of experimental plots and areas data.

con un effetto tanto più intenso quanto maggiore è la lunghezza delle foglie della pianta. Infatti, la taglia delle fronde di *C. taxifolia* è risultata significativamente maggiore nell'habitat a *P. oceanica* rispetto all'habitat sabbia/ciottoli, e più moderatamente all'habitat a *Cymodocea nodosa*.

Comunque, oltre che lo strato fogliare, anche il differente substrato potrebbe aver svolto un ruolo importante nel determinare la taglia delle fronde. È stato infatti dimostrato che le alghe rizofitiche, come quelle appartenenti al genere *Caulerpa*, possono usufruire dei nutrienti del sedimento attraverso l'assorbimento rizoidale (Williams, 1984).

I risultati dello studio sperimentale non hanno evidenziato alcuna differenza nella risposta dell'accrescimento delle fronde di *Caulerpa taxifolia* ai trattamenti di diversa densità dei fasci di *P. oceanica*. La taglia delle fronde di *C. taxifolia* è risultata estremamente variabile su scala spaziale molto piccola: una grande eterogeneità della lunghezza delle fronde nell'ambito della stessa unità sperimentale è risultata evidente anche all'osservazione. Probabilmente questo risultato è da attribuirsi alla struttura altamente eterogenea delle matte di *P. oceanica* che possono essere considerate un insieme di microhabitat caratterizzati da condizioni di idrodinamismo e illuminazione molto diverse tra di loro. È stato osservato che

C. taxifolia che colonizza substrati irregolari e non perfettamente orizzontali (come le piccole nicchie che si formano tra i rizomi di *P. oceanica*), possiede una taglia molto elevata rispetto a individui vicini ma molto più esposti. L'eterogeneità della taglia delle fronde nell'ambito della stessa unità è un fenomeno che sembra molto più frequente nelle unità sperimentali ricavate sul ciglio della matte.

In una futura indagine sperimentale, servendoci di *P. oceanica* artificiale (di plastica trasparente e scura) sarà valutata l'importanza dell'effetto meccanico di protezione/disturbo e di quello di oscuramento che i fasci di *P. oceanica* esercitano sulle fronde dell'alga. Sarà così possibile definire il contributo di ciascuno dei due fattori sugli andamenti osservati in questo studio. Studi recenti infatti (Meinesz e Hesse, 1991) hanno mostrato che la taglia delle fronde di *C. taxifolia* aumenta come risposta adattativa a situazioni di ombreggiamento e che la produttività di quest'alga può essere inibita dalla luce e/o stimolata dall'oscuramento.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare M. Austoni, L. Spinetti e il Club del Mare di Marina di Campo per l'aiuto dato sul campo. Questo lavoro è stato finanziato dalla Comunità Europea (programma di ricerca EU-DG XI-LIFE) e il Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Summary

Descriptive and experimental studies were carried out in the field to investigate the effect of the canopy of the seagrass *Posidonia oceanica* on the growth of the introduced alga *Caulerpa taxifolia*. An overall high variability of *C. taxifolia* blade size resulted on small spatial scale. Furthermore, results indicate a positive effect of the canopy of *P. oceanica* respect to other habitats on *C. taxifolia* blade size. In the experimental investigation blade size was unaffected either by *P. oceanica* shoot length and density, while it was greatly stimulated at the deep experimental site (10m) respect to the shallow (2m); greater algal growth occurred under the canopy of *P. oceanica* left at ambient condition. Future experimental field investigation performed with nurse mimicked plants made of transparent strips, will highlight the mechanisms underlying the interaction between the seagrass and the introduced alga: in fact, *P. oceanica* can affect the growth of the alga by shading and/or protecting it.

Bibliografia

DE VILLELE X., VERLAQUE M. (1995) - Changes and degradation in a *Posidonia oceanica* bed invaded by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in the north western Mediterranean. *Bot. Mar.*, **38**: 79-87.

FONSECA M.S., FISHER J.S. (1986) - A comparison of canopy friction and sediment movement between four species of seagrass with reference to their ecology and restoration. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **29**: 15-22.

GAMBI M.C., NOWELL A.R.M., JUMARS P.A. (1990) - Flume observations on flow dynamics in *Zostera marina* (eelgrass) beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **61**: 159-169.

MEINESZ A., HESSE B. (1991) - Introduction and invasion de l'algue *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanol. Acta.*, **14**: 415-426.

WILLIAMS S.L. (1984) - Uptake of sediment ammonium and translocation in a marine green macroalga *Caulerpa cupressoides*. *Limnol. Oceanogr.*, **29** (2): 374-379.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 127-132

A. GIANGRANDE, P. MONTANARO

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Lecce - 73100 Lecce, Italy.

RESOURCE PARTITIONING AND HABITAT SELECTION BETWEEN TWO POLYCHAETES FROM THE ACQUATINA LAKE (LECCE, ITALY)

RIPARTIZIONE DELLE RISORSE E SELEZIONE DELL'HABITAT TRA DUE POLICHETI DELLO STAGNO DI ACQUATINA (LECCE, ITALIA)

Abstract

Resource partitioning and habitat selection in Naineris laevigata *Grube and* Notomastus latericeus *Sars, two burrowing polychaetes potentially competing in the soft-bottom of a brackish-water lake, was investigated. Particle selection analysis,* in situ *vertical distribution, and laboratory behaviour observations, all indicated niche divergence between the two species, but competition by interference could be present when species coexist at high density.*

Key-words: Polychaetes, resource partitioning, Mediterranean Sea.

Introduction

Because of the three-dimensional structure of soft-sediments habitats, vertical and orizontal partitioning of species is possible, reducing direct encounters of potential competitors. For this, in most soft-bottom communities, a large increment in density values of benthic species can be observed without any evidence of competitive exclusion (Dayton, 1984). Direct interactions have been only rarely observed among closely related species (Woodin & Jackson, 1979; Woodin, 1983), more often indirect interactions, and diffuse competition have been reported (Whitlatch, 1980; Wilson, 1991). Most of the studies on soft-bottom organisms deal with the analysis of different trophic guilds (Rhoads & Joung, 1970; Woodin & Jackson, 1979), where sediment-mediated interactions are involved. In such interactions the effect of resident organisms on the sediment may render it less habitable by other organisms.

The present paper deals with preliminary observation on resource partitioning and habitat selection between two burrowing polychaetes: *Naineris laevigata* and *Notomastus latericeus*, which previous studies on spatial and temporal distribution indicated as potentially competitors (Giangrande & Fraschetti, 1995; 1996).

Material and methods

Vertical distribution in the sediment was investigated by using a cylindrical corer (9.5 cm diam.; 15 cm deep) 4 replicates for each sampling. Samples were collected in the Acquatina lake at 15 cm depth, in four seasons from September 1995 to July 1996 (Table 1), during a period of low density of *N. latericeus*. For each replicate, specimens were removed from the sediment, at different levels (0-5, 5-10, 10-15 cm), fixed in a 10% solution of formaline in sea water, identified and counted. Specimens for gut content analysis were collected in the same site

in January 1996. Particle selection was investigated according to the method used by Petch (1986): size of the sediment ingested was analysed in 6 specimens for each species, measuring 100 particles for each individual of similar size (about 8 cm in length). For each worm, the gut was opened and the contents mounted on a flat microscope slide, where grain sediment, randomly encountered, were measured using an ocular micrometer. Grain size distribution observed inside the gut was than compared with that obtained for the sediment where species lived, sediment was measured at 6 different depths (0-2, 2-4, 2-6, 6-8, 6-10), about 100 particles for each layer. Comparisons of sediment samples were made using a t-test.

Live specimens for aquarium studies on behaviour were collected in the same site from November 1995 to January 1996. Three observation periods, each period of about 15 days, were performed in a small aquarium (15 cm deep and 0.3 cm wide) which allowed the recording of worm movement through the sediment.

Results

The two burrowing polychaetes coexisting in the soft-bottom of the Acquatina lake showed similar size (maximum length about 10 cm) and apparently had the

Tab. 1 - Species vertical distribution (abundance espressed as average individual number).
Distribuzione verticale delle specie (abbondanza espressa come numero medio di individui).

18/09/95

SPECIES	DEPHT 0-5 cm	DEPHT 5-10 cm	DEPHT 10-15 cm
Notomastus latericeus	1.67±1.47	4±1.87	0±0
Naineris laevigata	4±1.41	0.43±0.41	0±0

12/01/96

SPECIES	DEPHT 0-5 cm	DEPHT 5-10 cm	DEPHT 10-15 cm
Notomastus latericeus	1±0.71	3.67±1.63	0.33±0.41
Naineris laevigata	2.33±1.08	0.67±0.41	0±0

08/05/96

SPECIES	DEPHT 0-5 cm	DEPHT 5-10 cm	DEPHT 10-15 cm
Notomastus latericeus	17.67±2.27	7±0.71	0±0
Naineris laevigata	8.33±1.63	0±0	0.33±0.41

15/07/96

SPECIES	DEPHT 0-5 cm	DEPHT 5-10 cm	DEPHT 10-15 cm
Notomastus latericeus	11±5.61	17.67±3.49	1.33±1.08
Naineris laevigata	6±2.12	0±0	0.67±0.82

same food requirements, being both sub-surface deposit feeders. From the *in situ* observations the two species appeared differentially distributed within the sediment, with *N. latericeus* more abundant between 5 and 10 cm depth, and *Naineris laevigata* between 0 and 5 cm depth, and this pattern was constant during the year (Table 1). Laboratory observations on burrowing activity showed a similar vertical distribution to that observed for *in situ* samples, only when species were maintained separately. *N. laevigata* was a very motile species, changing position very frequently, while *N. latericeus* was a more sedentary species, living in semipermanent and consolidate burrows. By contrast, when species were put together in a single small aquarium, *N. laevigata* moved in the deeper layers, under the burrows of *N. latericeus,* always located between 5 and 10 cm of depth.

Particle size distribution was rather homogeneous with depth, and no significative difference were found among the different layers, especially from 2 to 10 cm depth (t-st = 3.05, P = .002), which were therefore cumulated and used for the comparison to the gut content of the two species. Slight differences were instead observed between 0-2 cm and all the other layers (0-2 and 2-6: t-st. 2.12, P = .034; 0-2 and 6-10: t-st. 4.42, P = .000), being this layer the most perturbed also by physical disturbance, deposition, and epifaunal activities.

Gut content analysis revealed a different selectivity of the two species. The grain size distribution found in *N. laevigata* gut was very similar to that observed in the sediment, and no statistically difference were found between the two distributions (t-st = .355; P = .723) (Fig. 1a); whilst the grain size distribution in *N. latericeus* gut was statistically different from that relative to the sediment (t-st = .88;P = .379) (Fig. 1b), showing a greater selectivity of *N. latericeus*, ingesting smaller particles than *N. laevigata*, also according to their different size of mouth opening, smaller in *N. latericeus*.

Discussion and conclusion

Characterisation of the food resource for deposit-feeders is elusive (Wilson, 1991), except for the differences in sizes of sediment grains ingested, little is known on differential use of the various component of detritus. Moreover, selectivity was demonstrated only in few polychaetes (Petch, 1986), and no data on trophic partitioning among species are available in literature as occurs for other groups (Whitlatch & Obrebski, 1980). However, considering the difference in size of sediment grains ingested, the two species seem to have only partially overlapped trophic niche, with a greater selectivity of *N. latericeus*, thus minimising the existence of exploitative competition among the two species. *N. laevigata* may be considered a non selective species, for the great similarity existing between grain size distribution of particle into its gut, compared to that observed for the sediment. As far as *N. latericeus* is concerned, at present it is not possible a good definition on its selectivity, due to the scant knowledge and the contrasting data existing in literature on particle selectivity for limivore polychaetes (Petch, 1986). According to Self & Jumars (1988), both the species could not be considered selective, because of their large range of size in ingested particles, these authors also suggest that large sized species, are less selective than smaller ones as predicted by the optimal foraging theory. By contrast, according to Petch (1986), *N. latericeus* could be considered a selective form, for the grain size distribution in the gut significantly different from that found in the surrounding sediment.

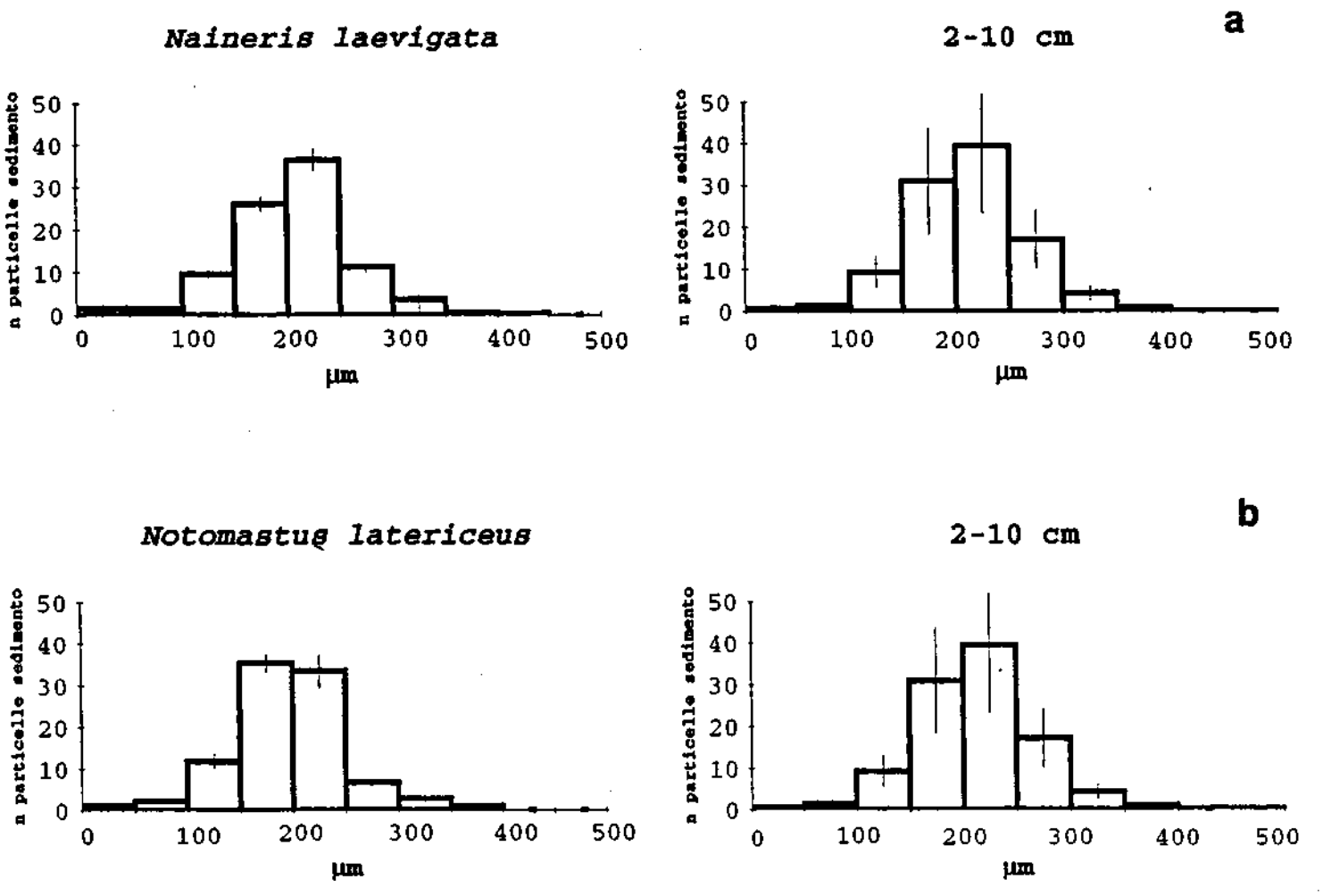


Fig. 1 - a) Frequency histograms of sediment grain size of the gut content of *Naineris laevigata* compared to that of the sediment; b) Frequency histograms of sediment grain size of the gut content of *Notomastus latericeus* compared to that of the sediment.

a) Confronto fra gli istogrammi di frequenza relativi ai granuli di sedimento riscontrati nel contenuto stomacale di *Naineris laevigata* e del sedimento; b) Confronto fra gli istogrammi di frequenza relativi ai granuli di sedimento riscontrati nel contenuto stomacale di *Notomastus latericeus* e del sedimento.

Notomastus latericeus and *Naineris laevigata* also show a different spatial partitioning from *in situ* observations. By contrast laboratory observations on the behaviour show a probably existence of competition by interference between the two species. When *N. laevigata* were put togheter with *N. latericeus*, simulating a condition of high density, it remained in the deeper layer, because the presence of the *N. latericeus* did not allow its free movement. Therefore, it can be hypothesised that direct competition may play a major role in the interaction between the two species.

Previous observations on spatio-temporal distribution of the investigated species indicated a probable negative effect of *N. latericeus vs N. laevigata*. During a three years survey carried out on the population of the two species, *N. laevigata* showed a regular presence while *Notomastus latericeus* alternated period of abundance and rarity. When both population occurred with large numbers, a density decrease of *N. laevigata*, together with an alteration of its population structure was observed (Giangrande & Fraschetti, 1995; 1996).

During the period of high density of *N. latericeus* its semipermanent burrows or "tubes" may disturb the activities of *Naineris laevigata*, so that the interaction

between the two species are sediment mediated as they were belonging to different trophic guilds.

It is well known that biogenic alterations of the sediment may affect the distribution of infauna, and that tube-building organisms, particularly when abundant, are predicted to retard the movement of burrowing organisms (Woodin, 1974), as well as any kind of biogenic structures, which can alter the ability of individuals to burrows through the sediment (Brencheley, 1982; Krager & Woodin, 1993). The commonly measured response to deposit-feeders to density are emigration rate and mortality (Wilson, 1991). This may explain the change in population structure of *N. laevigata* observed during the periods of *N. latericeus* high density, when populations of the two species completely overlapped (Giangrande & Fraschetti, 1995).

Riassunto

Viene riportato uno studio sul comportamento, la ripartizione spaziale *in situ* e la ripartizione di risorse trofiche in due specie di policheti nello stagno salmastro di Acquatina (Frigole, Lecce), che studi precedenti, indicavano potenzialmente competitrici. Le osservazioni sul comportamento in laboratorio indicano una grossa mobilità in *Naineris laevigata*, che scava gallerie nei primi centimetri di sedimento, mentre *Notomastus latericeus* forma gallerie semipermanenti negli strati più profondi. Anche la ripartizione spaziale in situ sembra indicare che le due specie evitino il contatto, mentre la ripartizione di nicchia trofica, misurata come selettività delle dimensioni dei granelli di sedimento ingerito, indica solo una parziale sovrapposizione di nicchia delle due specie, con una maggiore selettività in *N. latericeus*. Viene quindi messa in dubbio l'esistenza di competizione per sfruttamento, mentre viene avvalorata l'ipotesi di competizione per interferenza, attraverso l'alterazione delle caratteristiche del sedimento da parte di *N. latericeus*.

References

BRENCHLEY G. A. (1982) - Mechanisms of spatial competition in marine soft-bottom communities. *J. Exp. Mar. biol. Ecol.*, **60:** 17-33.

DAYTON P. K. (1984) - Processes structuring some marine communities. Are they general? In: *Ecological communities. Conceptual issue and the evidence,* ed. D. Strong, A. Simberloff & A.B. Thiestle. Princeton University Press: 181-197.

GIANGRANDE A., FRASCHETTI S. (1995) - A population study of *Naineris laevigata* (Polychaeta, Obriniidae) in a fluctuating environment (Mediterranean Sea). *Sci. Mar.*, **59** (1)**:** 39-48.

GIANGRANDE A., FRASCHETTI S. (1996) - Effect of a short-term environmental change on a brackish-water polychaete community. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **17** (1).

KRAGER C. D., WOODIN S. A. (1993) - Spatial persistence and sediment disturbance of an arenicolid polychaete. *Limnol. Oceanogr.*, **38** (3)**:** 509-520.

PETCH D. A. (1986) - Selective deposit-feeding by *Lumbrineris latreilli* (Polychaeta: Lumbrineridae) with a new method for assessing selectivity by deposit-feeding organisms. *Mar. Biol.*, **93:** 443-448.

RHOADS D. C., YOUNG D. K. (1970) - The influences of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, **28:** 150-178.

SELF R. F. L., JUMARS P. A. (1988) - Cross-phyletic patterns of particle selection by deposit-feeders. *J. Mar. Res.*, **46**: 119-143.

WHITLATCH R. B. (1974) - Food resource partitioning in the deposit feeding polychate *Pectinaria gouldii. Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole*, **147:** 232-237.

WHITLATCH R. B. (1980) - Pattern of resource utilization and coexistence in marine intertidal deposit-feeding communities. *J. Mar. Res.*, **38:** 743-765.

WHITLATCH R. B., OBREBSKI S. (1980) - Feeding selectivity and coesixtence in two deposit-feeding gastropods. *Mar. Biol.*, **58:** 219-225.

WILSON W. H. (1991) - Competition and predation in marine soft-sediment communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **21:** 221-41.

WOODIN S. A. (1974) - Polychaete abundance patterns in a marine soft-sediment environment: the importance of biological interaction. *Ecol. Monogr.*, **44:** 171-187.

WOODIN S. A. (1983) - Biotic interaction in recent marine sedimentary environments. In *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities.* ed. M. J. S. Tevesz, P. L. Mc Call, New York: 3-38.

WOODIN S. A., JACKSON J. B. C. (1979) - Interphyletic competition among marine benthos. *Am. Zool.*, **19:** 1029-1043.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 133-139

M. MISTRI, V.U. CECCHERELLI*

Dipartimento di Biologia, Sezione Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari 46 - 44100 Ferrara, Italia.
*Dip. Biologia Evoluzionistica e Sperimentale, Università di Bologna, Italia.

INTERAZIONI MACROBENTHOS-MUCILLAGINE: DANNO E RECUPERO DI UNA POPOLAZIONE DI GORGONACEI

EFFECT OF MUCILAGE ON MACROBENTHOS: DAMAGE AND RECOVERY OF A GORGONIAN POPULATION

Abstract

A population of the gorgonian Paramuricea clavata *was heavily damaged by a mucilage coverage in September 1993. Mucilage entangled in branches smothered the coenenchyme below, leaving the axial skeleton bare. Colony size, scale and location of damage were related to colony successful regeneration after six months. Two years later, the population was found to be rejuvenesced.*

Key-words: Cnidaria, mucilage, regeneration, population structure, Tyrrhenian Sea.

Introduzione

Nel Mare Mediterraneo, la periodica presenza di aggregati pelagici noti col termine di "mucillagini" è un fenomeno conosciuto da tempo. L'affondamento e la deposizione di tali aggregati amorfi sul fondo marino agisce come un fattore di stress per la maggior parte degli organismi costituenti le biocenosi bentoniche. Nonostante l'effetto di tale stress sulle comunità bentoniche sia stato studiato esclusivamente nell'Alto Adriatico (Stachowitsch, 1984), dove questo fenomeno è abbastanza ricorrente, la mucillagine è spesso presente anche nei bacini occidentali italiani. Infatti, recentemente (1990-1991) una cospicua presenza di mucillagini è stata segnalata nel bacino centrale e meridionale del Tirreno (Cinelli, 1992; Innamorati, 1992) e lungo le coste della Sicilia (Giaccone, 1992). Le mucillagini tirreniche sono associazioni metafitoniche caratterizzate dalla costante presenza di alghe Tribonematales ed Ectocarpales, assieme a frammenti di macroalghe, cianoficee, diatomee, dinoflagellati e sedimento inorganico (Sartoni e Sonni, 1991).

Nel Settembre 1993, per la prima volta a memoria d'uomo (P. Barone e F. Turano, comunicazione personale), la mucillagine ha fatto la sua comparsa lungo la costa calabra dello Stretto di Messina. Quella del 1993 è stata, finora, l'unica cospicua apparizione della mucillagine in quel tratto di mare. A seguito della deposizione di macroaggregati mucillaginosi, una popolazione dell'Ottocorallo *Paramuricea clavata* sita presso la secca della "Montagna" (Scilla, RC), alla soglia settentrionale dello Stretto, è andata soggetta a notevole disturbo. I filamenti mucillaginosi, rimasti impigliati e depositatisi sui rami delle gorgonie per oltre un mese, hanno causato la necrosi e la lenta degenerazione del sottostante cenenchima. L'andamento temporale del fenomeno è riportato dettagliatamente altrove (Mistri e Ceccherelli, in stampa). Brevemente, la massiccia presenza di mucillagine è stata verosimilmente causata dalla segregazione di una lente di acqua ionica profonda,

ricca in nutrienti, lungo il versante calabro dello Stretto; le particolari condizioni meteomarine di quel periodo, con temperature elevate e stato del mare di assoluta bonaccia, hanno condotto al riscaldamento di tale lente di acqua fertilizzata (temperatura a 40 m di profondità > 25°C, contro una media stagionale di 14-15°C), favorendo in questo modo la fioritura delle alghe produttrici di mucillagine.

Esauritosi il fenomeno, le colonie su cui erano rimaste depositate le masse mucillaginose erano facilmente riconoscibili a causa della messa a nudo di porzioni più o meno estese dell'impalcatura scheletrica. Nelle biocenosi di substrato duro, dove la competizione per lo spazio è molto forte, tali porzioni di scheletro nudo costituiscono un substrato immediatamente disponibile e quindi facilmente colonizzabile per larve di altri organismi in fase di propagazione planctonica. Si instaura quindi un processo competitivo tra velocità di crescita e recupero del cenenchima, e velocità di insediamento degli epizoi sulle parti scoperte. Scopo di questo lavoro è la stima della capacità di recupero di *Paramuricea clavata*, sia a livello della singola colonia che dell'intera popolazione, al danno causato dall'evento di disturbo dovuto alla mucillagine.

Materiali e metodi

I rilevamenti sono stati effettuati presso la "Montagna", una secca granitica situata ad alcune centinaia di metri dall'abitato di Scilla (RC), alla soglia settentrionale dello Stretto di Messina. Le pareti della secca sprofondano con andamento quasi verticale dal cappello, posto a 18 m di profondità, fino al piede, situato sulla batimetrica dei 39 m. I primi 10 m della secca sono dominati da un "prato" di alghe Dictiotali; dalla batimetrica dei 29 m fino al piede vive una popolazione di *Paramuricea clavata*.

Al fine di valutare il danno complessivo causato dalla deposizione dei macroaggregati mucillaginosi sulle colonie ed il loro eventuale recupero in termini di crescita cenenchimale, una prima campagna di campionamento è stata condotta nel Novembre 1993, subito dopo la scomparsa della mucillagine dalle gorgonie. Ulteriori rilevamenti sono stati effettuati a distanza di circa sei mesi, alla fine del Maggio 1994. Nel Novembre 1993, la percentuale delle colonie danneggiate nella popolazione di *Paramuricea clavata* e la loro distribuzione in funzione della profondità sono state stimate mediante osservazioni condotte lungo due transetti di profondità. Lungo ciascun transetto, tutte le colonie comprese nel quadrato di 1 m di lato posizionato alle profondità di 30, 32, 35, 37 e 39 m sono state contate ed esaminate per la presenza di aree di scheletro denudato. Per semplicità operativa, le colonie considerate sono state raggruppate in due classi di danno, rispettivamente < e > al 50% dello sviluppo totale del ventaglio. La relazione tra frequenza media delle colonie danneggiate per oltre il 50% del ventaglio e profondità è stata investigata mediante ANOVA, dopo trasformazione dei dati (radice quadrata dell'arcoseno).

Ulteriori osservazioni sono state effettuate mediante rilevamento fotografico delle gorgonie comprese in 4 quadrati posizionati casualmente: tutte le gorgonie sono state marcate e successivamente fotografate. Questo tipo di rilevamento fotografico è stato ripetuto nel Maggio 1994. In laboratorio, le immagini così ottenute sono state trasferite su supporto magnetico, e mediante un analizzatore di immagine (Kontron KS300) di ciascuna colonia è stato misurato: a) lo sviluppo totale del ventaglio, b) l'estensione delle ramificazioni ancora ricoperte da tessuto vivente e c) l'estensione delle zone a scheletro denudato. Quest'ultimo parametro

è stato ulteriormente suddiviso, a seconda della posizione del danno rispetto al ventaglio, in "danno centrale" (estensione delle porzioni di scheletro messo a nudo sulle ramificazioni principali della colonia) e "danno distale" (estensione delle porzioni di scheletro messo a nudo sulle ramificazioni laterali e terminali della colonia). Le stesse misure sono state ripetute sulle immagini digitalizzate delle fotografie scattate nel Maggio 1994.

La capacità delle colonie di rigenerare il cenenchima necrotizzato è stata investigata mediante il confronto del set di misure raccolte nel Novembre 1993 e nel Maggio 1994. A tale fine, a seconda dell'estensione del tessuto vivente sulla colonia, le gorgonie fotografate in Maggio 1994 sono state suddivise in tre classi di vitalità: "cresciute" (estensione tessuto vivente Maggio > estensione tessuto vivente Novembre; $t=3.67$; $gl=26$; $p<0.001$), "regredite" (estensione tessuto vivente Maggio < estensione tessuto vivente Novembre; $t=3.05$; $gl=11$; $p<0.01$) e "morte" (estensione tessuto vivente Maggio = 0). L'analisi della varianza è stata quindi utilizzata per determinare quale, tra le variabili misurate a Novembre (taglia della colonia, estensione del danno centrale ed estensione del danno laterale) avesse eventuale significatività nel determinare lo status delle colonie a Maggio ("cresciute", "regredite" e "morte").

Una ulteriore campagna di campionamento è stata effettuata nel Luglio 1995, circa due anni dopo l'evento di disturbo dovuto alla mucillagine. La struttura per classi di taglia della popolazione di gorgonie della Montagna è stata determinata utilizzando la stessa tecnica di campionamento adottata in precedenti campagne di studio (Mistri e Ceccherelli, 1994): lungo 3 transetti di profondità, tutte le colonie comprese nel quadrato di 1 m di lato posizionato alle quote di 30, 33, 37 e 39 m di profondità sono state contate e misurate per il parametro "altezza", quest'ultimo inteso come proiezione dell'apice più distale della colonia sulla base della stessa. Una serie di distribuzioni teoriche (normale, gamma, binomiale, geometrica e poissoniana) sono state quindi superimposte alla distribuzione per classi di taglia della popolazione, e il fitting di ciascun modello teorico sulla distribuzione reale è stato controllato mediante il test non-parametrico di Kolmogorov-Smirnov.

Risultati

Nel Novembre 1993, lungo i transetti di profondità sono state osservate complessivamente 161 colonie. La Tab. 1 riporta le percentuali di colonie danneggiate per oltre il 50% dell'estensione totale del ventaglio in funzione della profondità. L'estensione del danno è risultata indipendente dalla profondità (ANOVA: $F=1.02$; $gl=4, 8$; $p=0.49$). 58 colonie sono state quindi marcate, fotografate e, in laboratorio, misurate per i parametri summenzionati.

Delle 58 colonie marcate a Novembre, nel Maggio 1994 ne sono state ritrovate 55. Di queste, in base all'estensione del cenenchima, il 29.1% sono state classificate "morte", il 49.1% "cresciute" e il 21.8% "regredite". L'ANOVA ha evidenziato la significatività delle variabili "estensione del danno centrale" ($F=4.39$; $gl=2, 52$; $p<0.05$) e "taglia" ($F=4.18$; $gl=2, 52$; $p<0.05$) nel definire lo status delle colonie a Maggio. Il parametro "estensione del danno distale" è invece risultato statisticamente ininfluente ($F=2.76$; $gl=2, 52$; NS).

Il confronto della struttura per classi di taglia della popolazione (classi di 5 cm, Fig. 1) è stato effettuato utilizzando i dati raccolti nel Luglio 1995 e quelli in nostro possesso risalenti all'Agosto 1992, antecedenti all'evento di disturbo.

Profondità (m)	Densità (col./mq)	% colonie danneggiate
30	15.0	43.3
32	12.5	24.0
35	26.0	48.1
37	17.5	8.6
39	19.0	21.1

Tab. 1 - Colonie di *Paramuricea clavata* danneggiate per oltre il 50% dell'estensione totale del ventaglio alle varie profondità.

Percent of *Paramuricea clavata* colonies injured in more than 50% of their fan lenght, and average densities at various depth.

Nell'Agosto 1992 (N=213; range altezza=3.2-71.7 cm; densità della popolazione=19.4 ± 9.2 DS), l'istogramma della distribuzione per classi di taglia della popolazione di gorgonie mostrava un andamento a campana interpretabile mediante una funzione normale (KS test: D max=0.07; NS). Nel Luglio 1995 (N colonie misurate=207; range altezza=1.5-70.6 cm; densità=17.3 ± 9.4 DS), la struttura della popolazione è risultata differente, maggiormente centrata verso le classi di taglia minori e interpretabile da una funzione di tipo gamma (D max=0.05; NS). Assumendo, sulla base dei dati di crescita di *Paramuricea clavata* ottenuti in uno studio precedente (Mistri e Ceccherelli, 1994), che le colonie di taglia fino a 10 cm abbiano al massimo 2 anni di vita, nel Luglio 1995 queste giovani colonie costituivano il 26.1% della popolazione, mentre nell'Agosto 1992 erano solo il 4.2%. Il numero di colonie giovani tra le due date è risultato statisticamente significativo (t-test=3.37; gl=6; $p<0.05$). Tutte le colonie di taglia inferiore a 10 cm apparivano come "originali" e non come resti di colonie di taglia maggiore regredite.

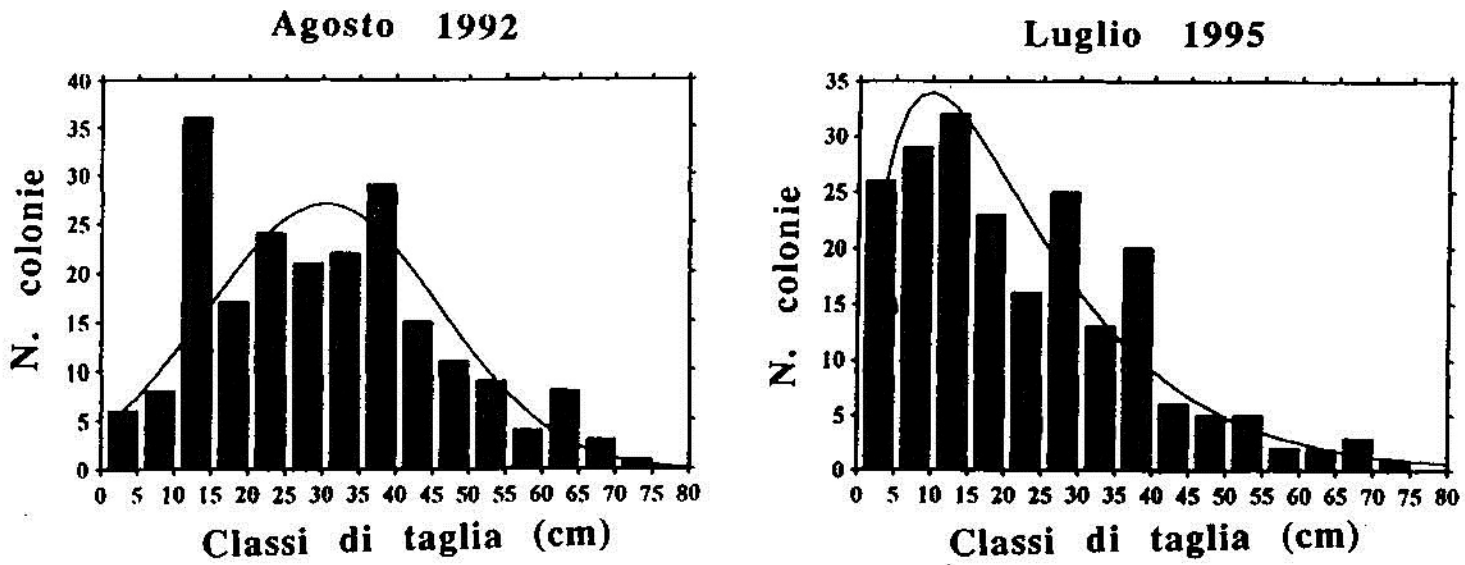


Fig. 1 - Struttura per classi di taglia (5 cm) della popolazione di *Paramuricea clavata* nell'Agosto 1992 e nel Luglio 1995.

Population size structure of *Paramuricea clavata* on August 1992 and July 1995. The fitted theoretical distribution is superimposed on the two histograms.

Discussione

Gli studi riguardanti le capacità rigenerative delle gorgonie mediterranee danneggiate da agenti esogeni sono scarsissimi (Theodor, 1967; Bavestrello e Boero, 1986). Bavestrello e Boero (1986) hanno osservato fenomeni di autotomia nella gorgonia *Eunicella cavolinii*. Le nostre osservazioni non permettono di verificare

se questa possibilità esiste anche per *Paramuricea clavata*. Nel Maggio 1994, alcune colonie il cui scheletro a Novembre era completamente scoperto, sono state trovate prive di ramificazioni. Non è possibile tuttavia escludere che tali ramificazioni siano state perse per cause meccaniche.

Sulla base delle nostre osservazioni, i fattori che hanno mostrato influenzare la capacità rigenerativa di *P. clavata* sono: a) l'estensione totale del danno, b) la taglia della colonia e c) la localizzazione del danno stesso sulla colonia. Le gorgonie danneggiate per oltre il 50-60% dello sviluppo totale del ventaglio non sono state in grado di competere con successo con gli epizoi colonizzatori e sono state trovate o "morte" o sensibilmente "regredite". Le colonie danneggiate per meno del 20% hanno invece recuperato con successo e sono state trovate "cresciute". In queste ultime colonie, la quantità di cenenchima rimasto è probabilmente sufficiente per fornire l'energia necessaria da allocare nei processi di rigenerazione del tessuto mancante. Delle gorgonie classificate come "morte" a Maggio, la maggioranza apparteneva alla classe di taglia 0-100 cm come sviluppo totale del ventaglio. Anche in questo caso, le gorgonie di taglia minore possiedono probabilmente una quantità di cenenchima rimasto troppo esigua per competere con successo all'azione invasiva degli organismi colonizzatori. Infine, un ruolo importante nella capacità rigenerativa di *P. clavata* è giocato dalla localizzazione del danno sulla colonia: le colonie danneggiate nella loro parte centrale hanno mostrato minor successo rigenerativo rispetto a quelle danneggiate nelle porzioni distali del ventaglio.

Tale osservazione è interpretabile ammettendo una diversa velocità di crescita nei diversi distretti della colonia: nella zona centrale e basale una velocità di crescita minore rispetto agli apici potrebbe facilitare la colonizzazione di questi distretti da parte degli epizoi. Una indiretta conferma a tale ipotesi (peraltro avanzata anche da Meesters e Bak, 1995, riguardo le capacità rigenerative dell'Esacorallo *Acropora palmata*) può essere data dall'osservazione del comportamento predatorio del Polichete Errante *Hermodice carunculata*, uno dei principali predatori di *P. clavata* nel sito di studio. Infatti, gli attacchi del "vermocane" sono esclusivamente localizzati sugli apici delle gorgonie: per un predatore di successo è importante non ridurre eccessivamente la popolazione della preda, e questo può essere ottenuto anche centrando gli attacchi nelle zone in cui la capacità rigenerativa della preda è maggiore.

Nonostante la densità media delle gorgonie alla "Montagna" sia rimasta praticamente identica, la struttura di popolazione di *Paramuricea clavata* è stata trovata profondamente modificata nel confronto dei dati raccolti nel 1992 (prima della mucillagine) e nel 1995 (dopo l'evento di disturbo). Infatti, nel 1992 la distribuzione per classi di taglia di *P. clavata* era indicativa di una popolazione in steady-state (scarso reclutamento, bassa densità di colonie "vecchie", taglia modale della popolazione compresa tra 25 e 40 cm di altezza); nel 1995 invece, la popolazione è stata trovata caratterizzata da un elevato numero di colonie giovani, verosimilmente reclutate nei 2 anni successivi all'evento di disturbo.

È da escludere che queste giovani colonie possano essersi generate da processi di propagazione asessuale, in quanto è stato recentemente dimostrato (Coma *et al.*, 1995) che, a differenza di numerose specie tropicali che basano il sostenimento delle loro popolazioni sulla frammentazione e il successivo reinsediamento di porzioni della colonia, in *P. clavata* questo fenomeno è praticamente assente. L'effetto principale

dell'evento di disturbo dovuto alla mucillagine è stato il ringiovanimento della popolazione di gorgonie alla Montagna.

Summary

A population of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata* living on a shoal ("La Montagna") at the northern entrance of the Strait of Messina was heavily damaged by a mucilage coverage in September 1993. Fluffy stringers entangled in projecting branches caused widespread lesions to the colonies. The coenenchymal layers covered by entangled aggregates became necrotic, and when mucilage broke apart, injured colonies were clearly recognizable by the wide portions of exposed axial skeleton. Naked skeletal parts were susceptible to fouling by overgrowing organisms. In November 1993, a very few time after the disappearance of mucilage stringers, about the 30% of sampled colonies (N=161) showed tissue damages for over the 50% of the total branch length. By means of photographic surveys we followed the coenenchymal regeneration process on a randomly selected subsample of colonies (N=58) over six months. Multiple factors were responsible for successful regeneration in injured colonies. Colony size, scale and location of damage were related to colony regeneration. Damage in smaller colonies probably left too little coenenchyme to supply enough energy for regeneration. Assuming that regrowth of the coenenchyme and regeneration of injuries require additional resources, and that energy is limited in gorgonians, exhaustion of metabolic reserves may result in the death of smaller colonies. Gorgonians injured in more than 50-60% of their total branch length were apparently not able to withstand competition from overgrowing invaders. Regrowth of the coenenchyme over the damaged areas was probably inhibited by fouling organisms and colonies died completely in a few months. On the other hand, colonies damaged in less than 20% of their total branch length were able to restore injuries quickly. Finally, colonies injured in the central area of the fan showed lesser ability to regenerate and, thus, to withstand epizoan colonization.

About two years after the mucilage phenomenon (July 1995), the gorgonian population was found to be quite healthy: visual signs of the previous disturbance event were not evident, but ecological features of the population showed some changes. Gorgonian population structure before (1992) and after (1995) the mucilage event was compared in order to assess the recovery of that population. Population size classes structure on the two sampling dates differed significantly. In 1992, the population was representative of an assemblage of gorgonians in which the majority of colonies were relatively large, the population showed fairly scarce recruitment and a low number of very large colonies. In 1995, the population structure was characterized by a lower number of larger colonies and by a greater amount of small ones. The most striking effect of disturbance due to mucilage was the rejuvenation of the population.

Bibliografia

BAVESTRELLO G., BOERO F. (1986) - Necrosi e rigenerazione in *Eunicella cavolinii* (Anthozoa, Cnidaria) in Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52**: 295-300.

CINELLI F. (1992) - Il "caso" Argentarola. In: *La crisi del Mediterraneo in seguito alla fioritura di masse algali. Accad. Intern. Sci. Tecn. Sub. Ustica*, **9**: 33-36.

COMA R., ZABALA M., GILI J. M. (1995) - Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **117**: 185-192.

GIACCONE G. (1992) - Nematotalli algali mucillaginogeni sulle coste della Sicilia e delle sue isole minori. In: *La crisi del Mediterraneo in seguito alla fioritura di masse algali. Accad. Intern. Sci. Tecn. Sub. Ustica*, **9**: 9-18.

INNAMORATI M. (1992) - Mucillagini e fitoplancton. In: *La crisi del Mediterraneo in seguito alla fioritura di masse algali. Accad. Intern. Sci. Tecn. Sub. Ustica*, **9**: 61-80.

MEESTERS E. A., BAK R. P. M. (1995) - Age-related deterioration of a physiological functioning in the branching coral *Acropora palmata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **121**: 203-209.

MISTRI M., CECCHERELLI V. U. (1994) - Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **103**: 291-296.

MISTRI M., CECCHERELLI V. U. (in stampa) - Damage and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* in the Strait of Messina (Tyrrhenian Sea). *Mar. Life*.

SARTONI G., SONNI C. (1991) - *Tribonema marinum* J. Feldmann e *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau nelle formazioni mucillaginose bentiche osservate sulle coste toscane nell'estate 1991. *Inform. Bot. Ital.*, **23**: 23-30.

STACHOWITSCH M. (1984) - Mass mortality in the Gulf of Trieste: the course of community destruction. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, **5**: 243-264.

THEODOR J. (1967) - Contribution à l'étude des Gorgones (VI): la dénudation des branches de Gorgones par des Mollusques prédateurs. *Vie Milieu*, **18A** (1): 73-78.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 140-146

A.C. PATI, A. GIANGRANDE, F. BOERO, G. FANELLI*

Dipartimento di Biologia, Università di Lecce,
Via prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.
*CNR-ISTTA, Via Roma 3 - 74100 Taranto, Italy.

BIOTIC INTERACTIONS DURING PRIMARY SETTLEMENT ON ARTIFICIAL SUBSTRATES

INTERAZIONI BIOTICHE DURANTE L'INSEDIAMENTO PRIMARIO SU SUBSTRATI ARTIFICIALI

Abstract

A two years monthly investigation on biotic interactions among pioneer species by settlement panels allowed to identify a general trend in which colonial and solitary forms alternate seasonally.

Key-words: fouling, biotic interactions, *Clytia hemisphaerica*, Mediterranean Sea.

Introduction

It is well known that substrate is the main limiting resource for hard-bottom organisms (Jackson, 1977). They show peculiar features to increase competitiveness, involving both life-cycles and morphological attributes, such as long life span, self-replacement and vegetative growth (Jackson, 1977, 1979). Butler (1991) defined two main groups of hard bottom organisms: good competitors-poor recruiters and good recruiters-poor competitors, the latter being abundant in small and isolated patches.

During the successional processes in subtidal environments, colonial forms are often more successful than solitary ones; even though some exceptions are reported from temperate zones (Greene & Schoener, 1982).

However, among colonial organisms, hydroids are often reported also as pioneer species (Standing, 1976; Sutherland & Karlson, 1977). Studies with settlement panels, that can be considered as "planar marine island" (Schoener, 1974), have been useful in understanding long-term successional mechanisms (Osman, 1977; Chalmer, 1982; Greene *et al.*, 1983; Woodhead & Jacobson, 1985; Henschel *et al.*, 1990; Butler,1991). Research with settlement panels has been extensive in Mediterranean Sea, especially in harbour environments (see Relini, 1993). However, a few studies deal with biotic interactions occurring among primary settlers (Keough, 1983; Wahl, 1989; Henschel & Cook, 1990). Successional patterns may be different depending on the starting point season, due to the differential propagule availability, because first settlers could conditionate further biotic interactions according to facilitation or, more often, inhibition successional models (Relini & Sarà, 1971; Sutherland & Karlson, 1977; Riggio, 1979; Chalmer, 1982; Tursi *et al.*, 1982).

The present study deals with the analysis of settlement panels submerged near Porto Cesareo coast (Lecce), which allowed to investigate on temporal patterns of primary settlement. This research was performed to evaluate, together with plankton collections, potential and realized recruitment, as part of a wider project

on recolonization of desertified areas by date-mussel fisheries (Boero *et al.,* 1993; Fanelli *et al.* 1994).

Material and methods

Two replicates of asbestos panels, 20*30*0.4 cm were exposed for 20 periods of one month from July 1992 to May 1994, at 4 m depth, and 30 m off shore, along the Porto Cesareo coast (Ionian Sea). One month of exposure is considered to be sufficient for the primary larval settlement (Dean & Hurd, 1980; Wahl, 1989). Panels were suspended vertically at about 1 m above the bottom by anchored buoys. Panels were removed and substituted by SCUBA diving; they were put into plastic bags and fixed with 4% formaldehyde solution. Collected panels were immersed in a shallow dish filled with sea water, and examined under a stereomicroscope. A grid of 150 mesh (2x2 cm) traced on the panel surface prior to exposure, facilitated the analysis. Settlers were identified and counted over 40 random meshes for each panel side, following the methods of minimal area by Bros & Cowell (1987). Abundance was expressed as percentage of presence in the meshes.

Specimens were identified to species level when possible. The macroalgae were included into two main ecological categories: erect and encrusting forms. As well as sessile fauna, which was grouped into solitary and colonial forms, using the definitions of Jackson (1979); diatoms, Foraminifera, and vagile fauna were treated as single groups.

Correlation among groups was tested on untransformed data analysed by the non parametric Spearman test.

Results

Ninety taxa have been identified. An average of about 30 taxa were present each month on each panel.

Diatoms and Foraminifera, forming the primary film, were inversely correlated (r=-.53, p=.0001) (Fig. 1). Foraminifera showed a lower density than diatoms. Diatoms

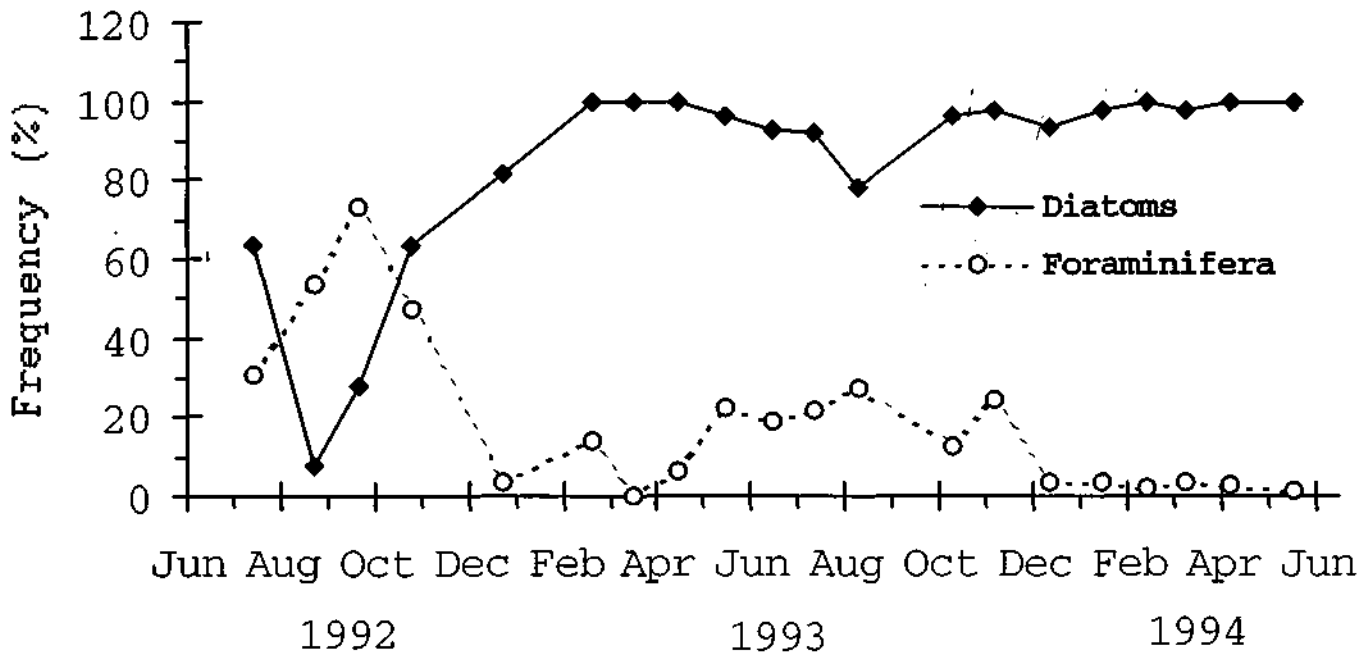


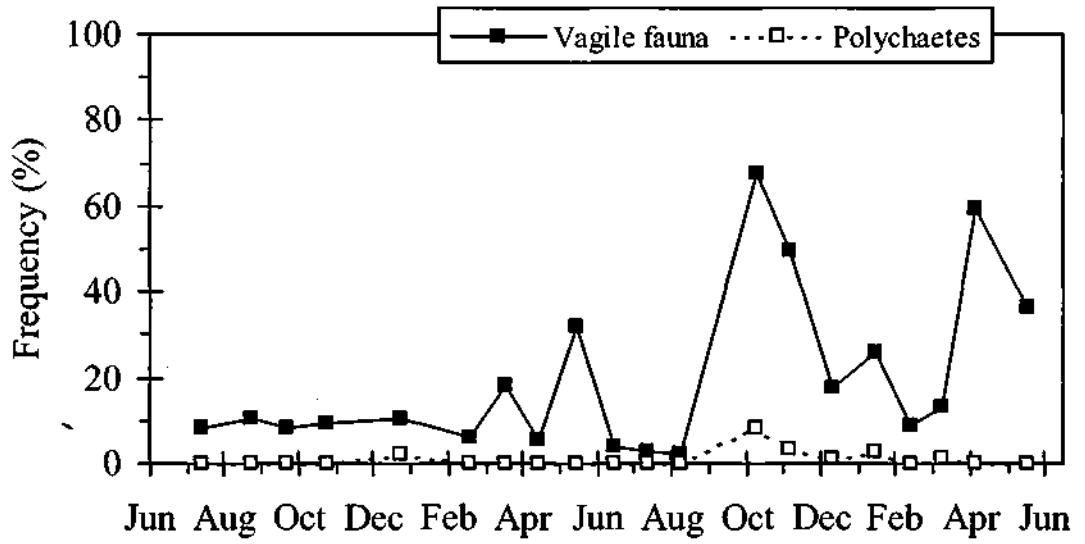
Fig. 1 - Diatoms and Foraminifera trends.

Andamento della frequenza di diatomee e foraminiferi.

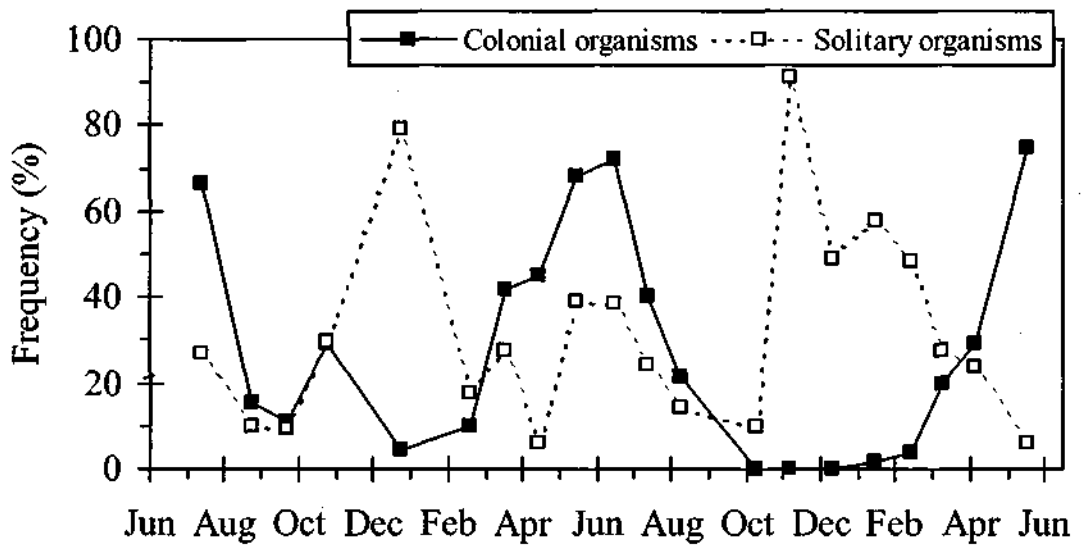
were always abundant, decreasing during summer months, especially in 1993 when Foraminifera showed the highest values of the whole period of study.

Among animal groups, the vagile fauna was more abundant during the second year of study, with peaks in October and April (Fig. 2a), mainly due to nematodes.

(2a)



(2b)



(2c)

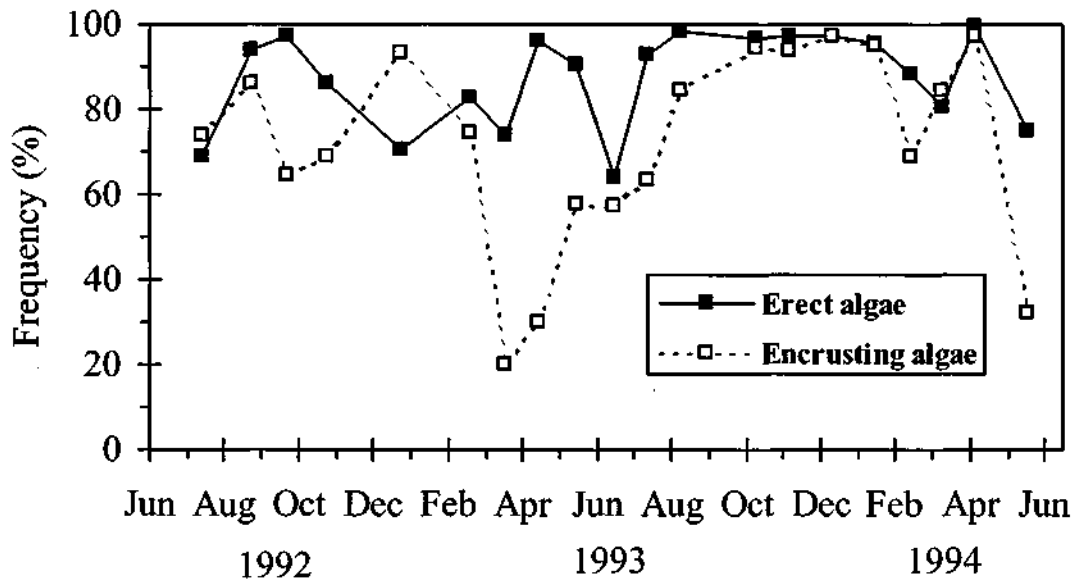


Fig. 2 - Abundance trends of: a) vagile fauna; b) sessile fauna; c) algal component.

Andamento della frequenza di: a) fauna vagile; b) fauna sessile; c) componente algale.

Within the vagile fauna also gastropods, ostracods, turbellaria and copepods, were found. Harpacticoid copepods were always abundant. All these taxa were represented by small sized organisms, except for polychaetes, whose trend is shown in Fig. 2a.

The abundance of sessile colonial and solitary organisms were negatively correlated (r=-.29, p=.031) (Fig. 2b). Higher settlement of solitary forms occurred in winter months, whilst colonial forms were more successful during summer. These opposite trends were particularly marked during the last period of study. The abundance of colonial forms showed also a negative correlation with that of both erect (r=–.45, p=.0007) and encrusting algae (r=-.65, p=.0001). The abundance of the two algal groups also showed a positive correlation (r=.45, p=.0008) (Fig. 2c), although erect algae showed a more regular trend than encrusting ones, whose lower abundance was observed in spring months, especially in the first year of study.

Solitary forms comprised several taxa such as bivalves, serpulids, spirorbids and protozoa, while colonial forms were dominated by the hydroid *Clytia*

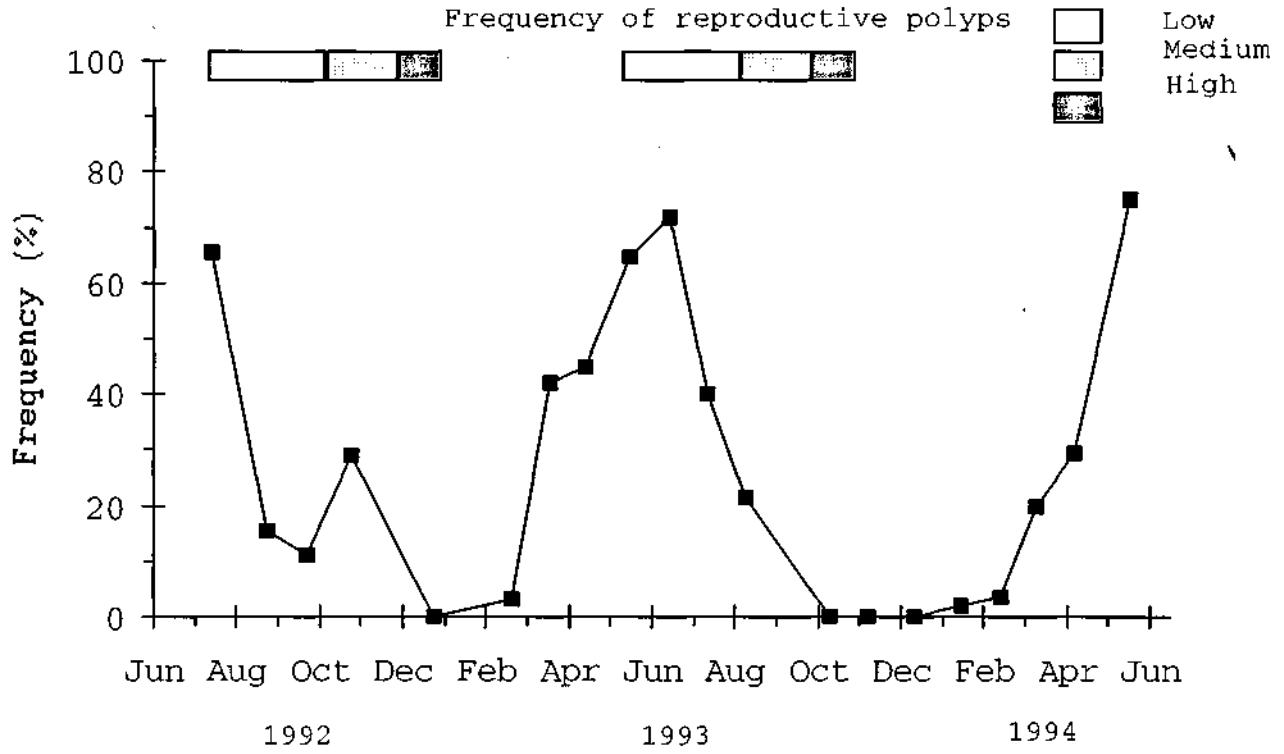


Fig. 3 - Trend of *Clytia hemisphaerica.*

Andamento della frequenza di *Clytia hemisphaerica.*

hemisphaerica (Fig. 3). Few studies on the life-history of this species are available (Russell, 1953). The only indications about its life-cycle in Mediterranean Sea are from the Ligurian Sea (Boero, unpuhlished data). Following these indications, sexual reproduction of *C. hemisphaerica* occurs over a prolonged period from August to March even so with different intensity (Fig. 3). Lucas *et al.* (1995) studied the abundance of the medusae of *C. hemisphaerica* in the plankton off Southampton, reporting a prolonged reproductive period with a temporal gap compared to Mediterranean observations. Present data showed at least three different polyp generations. The massive settlement occurred in May-June, could reflect the greater number of reproductive polyps observed for this species during February-March, related also to the mean life span of the planktonic stage. *C. hemisphaerica* may also settle by asexual fragments, which were present in the water column only during May and June, (data not reported), corresponding to the period of optimal size of benthic colonies.

Discussion and conclusions

Settlement panels may be compared to small and isolated patches in which poor competitors but good recruiters should be the dominant forms. Our results show that colonial and solitary forms, having different degrees of the above features, alternate during the year. The former being more abundant in the warm season and the latter in the cold one.

This opposite trend may be due to the inhibitory effects of *Clytia hemisphaerica* on larval recruitment of other organisms, probably caused by predation as reported for *Hydractinia echinata* (Sutherland & Karlson, 1977), and *Obelia dichotoma* (Standing, 1976). Hydroids also can inhibit the growth of other organisms by chemical suppressants and experimental observations have shown that *O. dichotoma* can interfere with barnacle recruitment by preventing cyprid access to the substratum (Standing, 1976). These behaviours allow hydroids, typically having a low frequency of sexual recruitment, to locally dominate fouling communities. *Clytia hemisphaerica* is in fact a typical pioneer cosmopolitan species, usually found in fouling assemblages.

The settlement rate of *C. hemisphaerica* only partially reflects its life-cycle patterns. The low settlement rate recorded during autumn and winter could be due to the low frequency of reproductive polyps occurring in summer and autumn, whilst colonies recorded in August and September do not seem to be related only to sexually-originated recruiters. *Clytia hemisphaerica* fragments, abundant in the water column during summer months, are possibly responsible for the presence of the colonies at the end of the summer.

The failure of the settlement of *C. hemisphaerica* during 1994 winter could also be due to polychaete grazing, even though no correlation was found between polychaetes and colonial organism abundance. Nevertheless, polychaetes found on panels were represented by large individuals which could affect the community also with low abundance. These large specimens, recorded only during this period, and often found also in sediment traps, came surely from surronding environments, being more than one-month old.

Clytia hemisphaerica is potentially present over the whole year, but alternates periods of abundance and rarity which may be explained by biotic interactions: during its intensive sexual reproductive period the massive recruitment could inhibit the settlement of sessile solitary organisms, influencing species composition. During the low frequency reproductive periods, the failure of recruitment may be also due to some grazers which in turn, by excluding hydroids, indirectly favour solitary organisms.

When present, colonial organisms seem to outcompete also the algal component, as showen by the high negative correlation between the two. The algae, especially the encrusting taxa found on the panels, should be always present, and their decreases are non related to any potential vagile grazer.

Different organisms are successful in different periods of the year in the colonization of panels submerged in the study area, depending on both temporal variability of recruitment and macro invertebrates grazing. Breitburg (1985) reported similar conclusions for extramediterranean zones. As already pointed out by Underwood & Anderson (1994) the different yearly species composition of primary settlers may determine successional patterns, leading to different community developments.

The above results, together with preliminary investigations on propagule abundance in the water column, suggest that the failure of recruitment in the desertified areas by date-mussel fisheries is not due neither to the paucity of propagules nor to settlement failure, and that community recovery is prevented by post-settlement disturbance. Preliminary data on cage experiments indicate a probably key role of sea urchins which reach very high abundances in desertified areas.

Riassunto

Le interazioni biotiche che intervengono durante le prime fasi dell'insediamento su pannelli artificiali sono state poco studiate. Questa fase risulta molto importante in quanto le specie che per prime si insediano innescano le successive interazioni che possono corrispondere a modelli di tipo facilitante o, molto più spesso, inibente.

Nel presente lavoro viene riportata l'analisi di pannelli sperimentali immersi per un mese nell'arco di due anni nella zona di Porto Cesareo (Lecce), alla profondità di circa 3 metri.

Dai risultati è evidente una contrapposizione di abbondanza tra organismi sessili coloniali e solitari nel corso dell'anno. L'andamento qualitativo degli organismi coloniali rispecchia soprattutto quello della specie dominante: l'idroide *Clytia hemisphaerica* che, quando recluta, inibisce l'insediamento di altri organismi. Il periodo di insediamento massivo di questa specie corrisponde al periodo di riproduzione sessuata più intenso, mentre nei periodi di bassa frequenza di riproduzione sessuale, il fallimento del reclutamento può in parte essere acutizzato dall'azione dei policheti molto abbondanti proprio durante questi periodi. Questi ultimi, inoltre, escludendo gli idroidi, favoriscono indirettamente lo sviluppo degli organismi sessili solitari. Gli idroidi, infine, sembrano assere competitivamente superiori anche alla componente algale.

References

BOERO F., FANELLI G., GERACI S. (1993) - Desertificazione e ricolonizzazione in ambiente costiero: un modello di sviluppo di biocenosi. *Mem. Soc. Tic. Sci. Nat.*, **4**: 219-228.

BREITBURG D.L. (1985) - Development of a subtidal epibenthic community: factors affecting species composition and the mechanisms of succession. *Oecologia*, **65**: 173-184.

BROS W.E., COWELL B.C. (1987) - A tecnique for optimizing sample size (replication). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **114**: 63-71.

BUTLER A.J. (1991) - Effects of patch size on communities of sessile invertebrates in Gulf St. Vincent, South Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **153**: 255-280.

CHALMER P.N. (1982) - Settlement patterns of species in a marine fouling community and some mechanisms of succession. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **58**: 73-85.

DEAN T.A., HURD L.E. (1980) - Development in anestuarine fouling community: the influence of early colonists on later arrivals. *Oecologia*, **46**: 295-301.

FANELLI G., PIRAINO S., BELMONTE G., GERACI S., BOERO F. (1994) - Human predation along Apulian rocky coast (SE Italy): desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **110**: 1-8.

GREENE C.H., SCHOENER A. (1982) - Succession on marine hard substrata: a fixed lottery. *Oecologia*, **55**: 289-297.

GREENE C.H., SCHOENER A., CORETS E. (1983) - Succession on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies in temperate fouling community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **13**: 121-129.

HENSCHEL J.R., COOK P.A. (1990) - The development of a marine fouling community in relation to the primary film of microorganisms. *Biofouling*, **2**: 1-11.

HENSCHEL J.R., COOK P.A., BRANCH G.M. (1990) - The colonization of artificial substrata by marine sessile organisms in False Bay. 1. Community development. *S. Afr. J. mar. Sci.*, **9**: 289-297.

JACKSON J.B.C. (1977) - Competition on marine hard substrata. The adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.*, **111**: 743-767.

JACKSON J.B.C. (1979) - Morphological strategies of sessile animals. In Rosen B., Larwood G. (eds). *Biology and systematics of colonial organisms,* Academic Press, London: 499-555.

KEOUGH M.J. (1983) - Patterns of recruitment of sessile invertebrates in two subtidal habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **66**: 213-245.

LUCAS C.H., WILLIAMS D.W., WILLIAMS J.A., SHEADER M. (1995) - Seasonal dynamics and production of the hydromedusan *Clytia hemisphaerica* (Hydromedusa: Leptomedusa) in Southampton Water. *Estuaries*, **18**: 362-372.

OSMAN R.W. (1977) - The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecol. Monogr.*, **47**: 37-63.

RELINI G., SARA' M. (1971) - Seasonal fluctuations and successions in benthic communities on asbestos panels immersed in the Ligurian Sea. *Thalassia Jugosl.*, **7**: 313-320.

RELINI G. (1993) - Mediterranean macrofouling. *Oebalia,* **19**: 103-154.

RIGGIO S. (1979) - The fouling settlement on artificial substrata in the harbour of Palermo (Sicily) in the years 1973-1975. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **2**: 207-253.

RUSSELL F.S. (1953) - The Medusae of the British Isles. Anthomedusae, Leptomedusae, Limnomedusae, Trachymedusae, and Narcomedusae. Cambridge University Press, London: 1-530.

SCHOENER A. (1974) - Colonization curves for planar marine islands. *Ecology,* **89**: 103-121.

STANDING J.D. (1976) - Fouling community structure: effects of the hydroid *Obelia dichotoma* on larval recruitment. In: Mackie G.O. (ed.) *Coelenterate Ecology and Behavior*. Plenum Press, N.Y. London: 155-164.

SUTHERLAND J.P., KARLSON R.H. (1977) - Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogr.*, **47**: 425-446.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., VACCARELLA R. (1982) - La stagionalità nel raggiungimento di facies climax sui pannelli del fouling. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50**: 354-359.

UNDERWOOD A.J., ANDERSON M. J. (1994) - Seasonal and temporal aspects of recruitment and succession in an intertidal estuarine fouling assemblage. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **74**: 563-568.

WAHL M. (1989) - Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **58**: 175-189.

WOODHEAD P.M.J., JACOBSON M.E. (1985) - Epifaunal settlement, the processes of community development and succession over two years on artificial reef in the New York bight. *Bull. Mar. Sci.*, **37**: 364-376.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 147-155

D. Prevedelli, R. Crema, R. Zunarelli Vandini, A.M. Bonvicini Pagliai

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena, Via Università, 4 - 41100 Modena, Italia.

RAPPORTI DI COMMENSALISMO NON SPECIFICO NELLA COLONIZZAZIONE DEI LIVELLI PROFONDI DEL SEDIMENTO

NON SPECIFIC INTERACTION BETWEEN SPECIES IN THE COLONISATION OF DEEP SEDIMENT LAYERS

Abstract

Muddy bottom animals colonise the different sediment depths in relation to their morphological and trophic-ecological features. In contrast, Mysella bidentata, *a small bivalve filter or surface deposit feeder, has been detected in deep layers in association with the burrowing polychaete* Nephtys incisa *suggesting a case of commensalism between these two species.*

Key-words: benthos, *Mysella bidentata*, *Nephtys incisa*, commensalism.

Introduzione

Lo studio della biologia del benthos effettuato mediante le tradizionali metodiche di campionamento ha portato importanti contributi alla conoscenza di questo comparto soprattutto a livello faunistico, bionomico e strutturale. Un approccio meno usuale permette di analizzare le comunità da un punto di vista funzionale attraverso lo studio della distribuzione degli organismi lungo il profilo verticale del sedimento e del modo in cui le varie specie, in base a loro caratteristiche morfologiche ed esigenze trofico-ecologiche, occupano strati diversi del sedimento. Tuttavia, nonostante il potenziale valore dell'informazione raccolta attraverso indagini di questo tipo, quest'approccio è stato tuttora utilizzato molto raramente (Vader, 1964; Johnson, 1967, Clavier, 1984; Hayashi, 1986).

Nel corso di un programma pluriennale di studio delle comunità bentoniche di fondi molli dell'Alto Adriatico sono state analizzate diverse serie di campioni utilizzando questa tecnica. In particolare, è stata seguita l'evoluzione di una comunità a partire da uno stato iniziale non disturbato, seguito da una quasi completa defaunazione, fino ad una fase di avanzata colonizzazione. In questo processo si è assistito a notevoli variazioni nell'abbondanza di alcune specie e a modificazioni della loro localizzazione nel profilo del sedimento.

In questo lavoro sono state confrontate le comunità dei due periodi iniziale e finale in relazione al trend di distribuzione delle specie e dei gruppi trofico-ecologici nei diversi livelli del sedimento per valutare se la capacità di colonizzare un particolare livello dipenda esclusivamente da caratteristiche intrinseche di ogni specie o se anche le interazioni biotiche tra diverse specie possano giocare un ruolo importante.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati eseguiti nell'Alto Adriatico, al largo di Ravenna, in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti alla profondità di circa 10 m (Fig. 1). Sono state campionate 9 stazioni che facevano parte di un'ampia griglia al

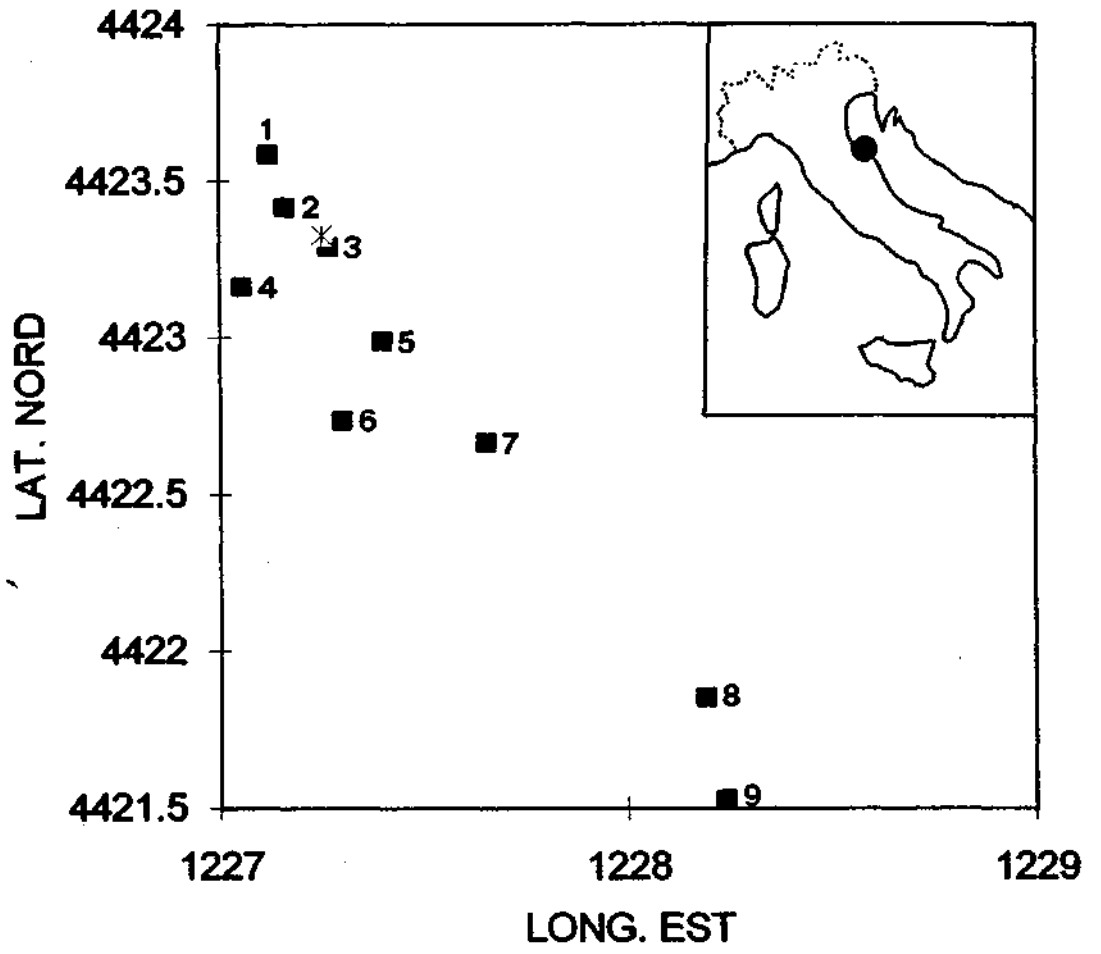


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di raccolta. L'asterisco indica il punto di immissione di materiale solido particellato.

Location of sampling sites. The site of dumping of particulate solids is indicated by an asterisks.

centro della quale sono state effettuate operazioni di perforazione. Le stazioni campionate si estendono in direzione NO-SE secondo la direzione prevalente delle correnti.

I campionamenti sono stati effettuati in cinque campagne effettuate dal 1985 al 1993 prima, durante a breve (8 mesi) e lungo (6 anni) termine dopo l'immissione di materiale particellato. Ogni campione era costituito da 6 replicati prelevati mediante un box-corer con superficie di 10x20 cm. Ogni replicato è stato poi suddiviso in 4 strati: 0-2, 2-5, 5-10, 10-20 cm di profondità. Il materiale raccolto è stato vagliato attraverso una serie di setacci con maglie a lume di 0.5 mm. Policheti e molluschi sono stati determinati a livello di specie.

Per ogni stazione sono stati calcolati i principali parametri strutturali delle comunità: numero di specie, numero di individui, indice di diversità specifica di Shannon-Wiener (Shannon e Weaver, 1949), l'indice di evenness (Pielou, 1975) e un indice di dominanza (Simpson, 1949). I dati sono stati memorizzati in una matrice specie/stazione-strato ed elaborati mediante l'analisi fattoriale delle corrispondenze (FAC)(Benzecri, 1982). La significatività degli assi estratti con questa analisi è stata valutata tramite le tavole di Lebart (1975).

L'associazione tra specie è stata misurata sui dati relativi ad ognuno dei 54 box-corer raccolti nell'ultima campagna attraverso il coefficiente di associazione assoluta tra coppie di specie definito da Yule (1912) secondo la seguente formula: $v = ad\text{-}bc/(mnrs)^{1/2}$ dove: a=numero di doppie presenze, b=numero di presenze della sola specie 1, c=numero di presenze della sola specie 2, d=numero di doppie assenze, m=a+b, n=c+d, r=a+c, e s=b+d.

Risultati

In tutti i campioni il sedimento è costituito da fango argilloso-siltoso molto idrato in superficie che passa rapidamente, ma senza soluzione di continuità, a fango meno idrato acquistando progressivamente maggiore compattezza. L'immissione di particellato costituito da fanghi di perforazione a base di barite e dai residui litoidi della trivellazione dei fondali ha determinato una drastica riduzione del popolamento che in alcune stazioni particolarmente influenzate ha subito una quasi totale defaunazione. Nella Tab. 1 sono riportati i valori medi riscontrati nei parametri fondamentali della comunità durante i periodi di indagine. Dal confronto tra i valori del primo e dell'ultimo periodo appare che, dopo il forte disturbo

Tab. 1 - Valori medi (± d. s.) di alcuni parametri delle comunità rilevati nei diversi periodi: H' = diversità di Shannon-Wiener (log in base 2). J = equiripartizione di Pielou. dom = dominanza di Simpson.

Means (± s.d.) of community parameters detected in the various periods: H' = Shannon-Wiener diversity (log to base 2). J = Pielou's evenness. dom = Simpson's dominance.

Periodo	n° specie	H'	J	dom
1	39.4±1.97	3.55±0.20	0.72±0.07	0.14±0.08
2	12.0±1.95	2.21±0.42	0.60±0.08	0.21±0.12
3	19.5±7.90	2.49±0.28	0.49±0.11	0.32±0.15
4	33.0±6.53	2.57±0.16	0.58±0.06	0.25±0.18
5	41.8±9.95	3.39±0.51	0.62±0.09	0.24±0.13

che ha portato alla drastica riduzione del popolamento, è iniziato un processo di ricolonizzazione che ha portato, nell'ultimo periodo, ad un recupero pressochè completo dei parametri. A questo trend fa eccezione la dominanza il cui livello continua a permanere sensibilmente superiore a quello della comunità originaria.

In origine, la macrofauna era largamente dominata dalla frazione policheti-molluschi con una notevole incidenza del bivalve *Corbula gibba*. Altri molluschi ben rappresentati erano il gasteropode *Hyala vitrea* ed i bivalvi *Nucula nucleus* e *Tellina distorta*. I policheti erano rappresentati dalle specie tipiche dei fondi fangosi infralitorali come: *Aricidea claudiae*, *Aricidea assimilis*, *Prionospio malmgreni*, *Polydora flava* e *Spiochaetopterus costarum*. Dopo la ricolonizzazione, la comunità ricalca, per molti aspetti, quella originaria con la dominanza di *Corbula gibba* e la presenza di numerosi policheti e molluschi già presenti nella comunità di origine. Inoltre è da segnalare la presenza di *Owenia fusiformis* che non faceva parte della comunità originaria ma che compare in modo consistente dopo la ricolonizzazione e, soprattutto, l'abbondanza particolarmente elevata di *Mysella bidentata*. Questo bivalve, che era presente nella comunità originaria con densità molto bassa (17.22±14.21 ind m^{-2}), si pone, nella comunità ricostituita, tra le specie dominanti con una presenza costante ed abbondanze numeriche tra le più elevate inferiori solo a quelle di *Corbula gibba* (Tab. 2).

Lungo il profilo del sedimento, il popolamento totale decresce sensibilmente andando dalla superficie verso gli strati più profondi. Questa diminuzione, che riguarda sia il numero di specie che le abbondanze numeriche, è già evidente tra il primo e il secondo strato ed è ancora più accentuato tra questi e gli strati profondi. Nei diversi livelli del profilo del sedimento predominano specie diverse

Tab. 2 - Densità medie (± d.s.) delle 10 specie più abbondanti riferite al primo ed all'ultimo periodo di indagine.

Mean densities (± d. s.) of the 10 most abundant species collected in the first and in the last sampling periods.

PERIODO 1			PERIODO 2		
n.ord	specie	densità media ind m^{-2}	n.ord	specie	densità media ind m^{-2}
1	*Corbula gibba*	1001 ± 733	1	*Corbula gibba*	1594 ± 68
2	*Prionospio malmgreni*	218 ± 289	2	*Mysella bidentata*	472 ± 92
3	*Aricidea claudiae*	166 ± 82	3	*Hyala vitrea*	329 ± 12
4	*Hyala vitrea*	75 ± 64	4	*Nephtys incisa*	58 ± 62
5	*Polydora flava*	74 ± 61	5	*Lumbrinereis latreilli*	127 ± 61
6	*Lumbrinereis latreilli*	66 ± 32	6	*Owenia fusiformis*	126 ± 10
7	*Aricidea assimilis*	57 ± 51	7	*Aporrahis pes-pelecani*	109 ± 10
8	*Prionospio cirrifera*	50 ± 38	8	*Pectinaria koreni*	101 ± 70
9	*Euclymene oerstedi*	49 ± 53	9	*Levinsenia gracilis*	79 ± 69
10	*Spiochaet. costarum*	47 ± 21	10	*Aricidea claudiae*	70 ± 55

la cui localizzazione è da mettere in relazione principalmente alle loro esigenze ecologiche ed alle loro abitudini trofiche. Negli strati più superficiali le specie maggiormente rappresentate sono *Corbula gibba* ed altri molluschi e policheti di piccola taglia detritivori superficiali e sub-superficiali come *Prionospio cirrifera*, *Prionospio malmgreni*, *Aricidea claudiae* e *Aricidea assimilis*. Negli strati più profondi del sedimento predominano, invece, policheti di notevoli dimensioni che vivono all'interno di tubi o gallerie quali *Spiochaetopterus costarum* che si costruisce un lungo tubo translucido, *Nephtys incisa* e *Ancistrosillys groenlandica* che sono capaci di scavare gallerie nel sedimento all'interno delle quali sono dotate di una certa mobilità. La popolazione di *Mysella bidentata* insediata con una elevata densità nella comunità dell'ultimo periodo fa eccezione a questo pattern generale. Infatti, la sua distribuzione si estende dagli strati superficiali, dove è particolarmente abbondante, a quelli profondi dove si riscontra comunemente al di sotto dei 5 cm ed in molti casi anche al di sotto dei 10 cm.

Le comunità dei singoli strati (stratocenosi) sono state analizzate mediante FAC. I modelli relativi, rispettivamente, alla comunità originaria e a quella successiva alla ricolonizzazione (campagne 1 e 5) sono riportati nelle fig. 2 e 3. Le stratocenosi si ordinano in modo sostanzialmente simile nei due casi con una nube di punti-stratocenosi che si sviluppa in modo molto ricurvo lungo il primo asse. Le stratocenosi dei singoli livelli sono generalmente ben separate lungo quest'asse, con, tuttavia, una minor risoluzione tra le stratocenosi profonde nella comunità dell'ultimo periodo. I punti-specie, rappresentati solo in parte nelle figure, generalmente si distribuiscono in accordo con quanto già osservato riguardo alle corrispondenze tra localizzazione delle specie nel profilo del sedimento e loro caratteristiche trofico-ecologiche. Nelle fig. 2 e 3, inoltre sono evidenziati i punti-specie relativi a *Mysella bidentata* e alle specie di policheti che colonizzano in modo significativo gli strati profondi oltre i 5 cm (*Nephtys incisa*, *Lumbrineris latreilli* e *Spiochaetopterus costarum)*. Nei due periodi la localizzazione di *Mysella* nel modello è notevolmente diversa. Infatti, mentre nel primo periodo questa specie si ordina in modo molto polarizzato evidenziando un'associazione specifica con le stratocenosi superficiali,

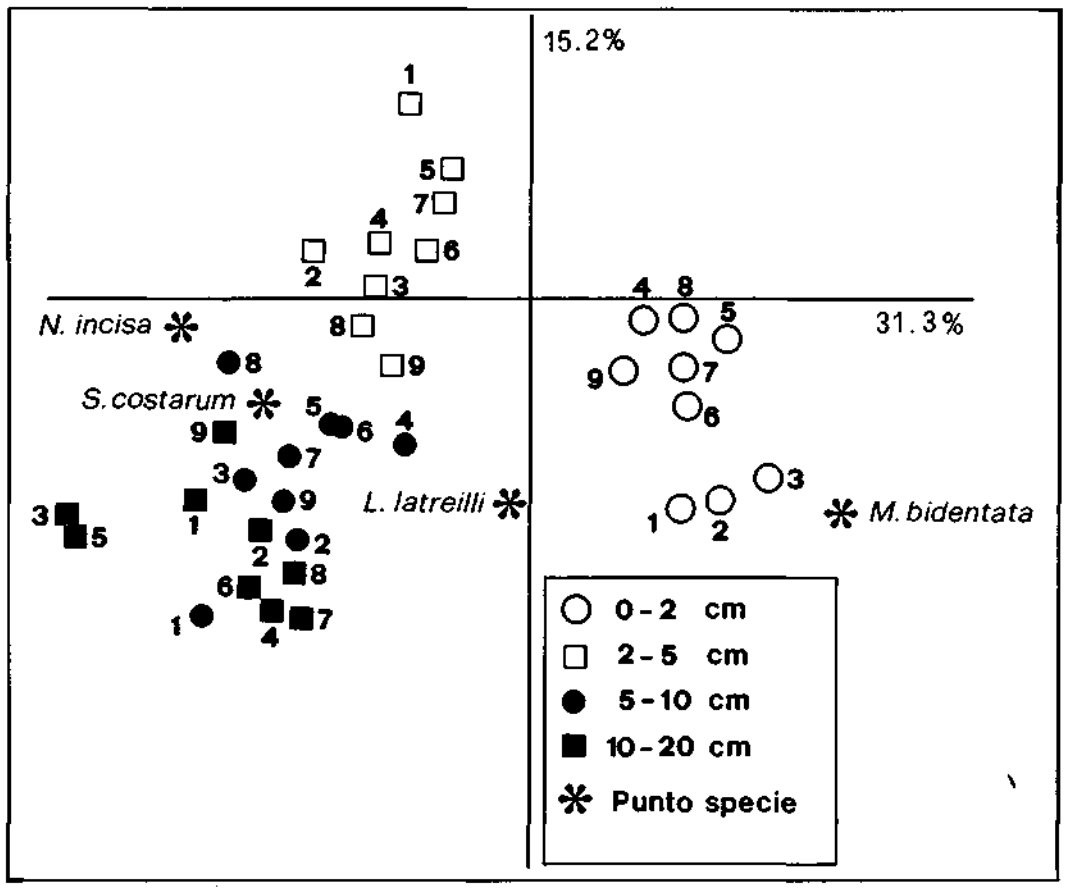


Fig. 2 - Modello di ordinamento ottenuto mediante FAC delle stratocenosi del primo periodo. Sono indicati solo alcuni punti-specie.

FAC ordination of strata-coenoses of the first period. Only some species-points are evidenced.

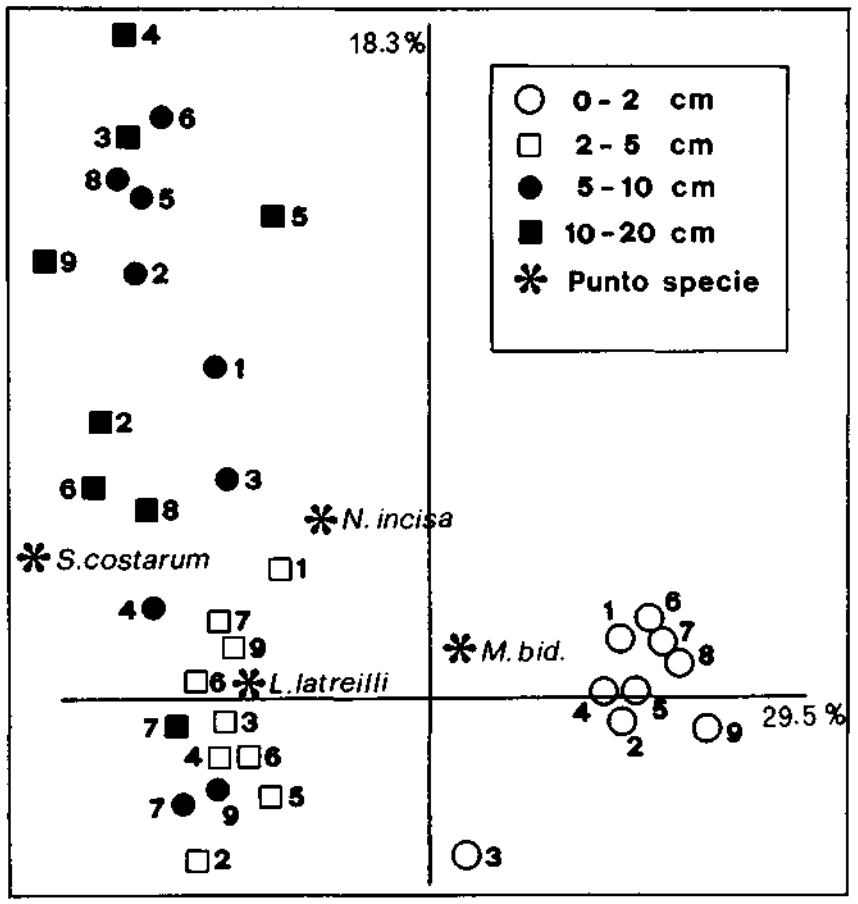


Fig. 3 - Modello di ordinamento ottenuto mediante FAC delle stratocenosi dell'ultimo periodo. Sono indicati solo alcuni punti-specie.

FAC ordination of strata-coenoses of the last period. Only some species-points are evidenced.

nel secondo periodo viene ordinata in prossimità dell'origine degli assi, evidenziando una molto minore specificità di strato. I policheti tubicoli e fossori, al contrario, in entrambi i casi permangono prevalentemente associati alle stratocenosi profonde o medio-profonde.

Utilizzando i dati disaggregati relativi ad ognuno dei 54 quadrati campionati mediante box-corer nell'ultimo periodo, sono stati calcolati, separatamente per gli strati supeficiali (0-2 + 2-5 cm) e per quelli profondi (5-10 + 10-20 cm) i valori dell'indice di associazione assoluta tra *Mysella bidentata* e i policheti tubicoli *Spiochaetopterus costarum*, *Lumbrineris latreilli* e *Nephtys incisa* che erano gli unici presenti con frequenze ed abbondanze sufficienti. I valori ottenuti sono riportati nella Tab. 3. Come si può osservare, negli strati superficiali l'associazione in tutte le coppie è piuttosto bassa e poco differenziata. Negli strati profondi, invece, i valori dell'indice si differenziano notevolmente mettendo in evidenza un'associazione molto alta unicamente tra *Mysella bidentata* e *Nephtys incisa*.

Tab. 3 - Valori dell'indice di associazione assoluta di Yule tra *Mysella bidentata* e *Lumbrineris latreilli*, *Nephthys incisa* e *Spiochaetopterus costarum* negli strati superficiali (0-5 cm) e profondi (5-20 cm) del sedimento.

Youle's absolute association index values between *Mysella bidentata* and *Lumbrineris latreilli*, *Nephthys incisa* and *Spiochaetopterus costarum* in surficial (0-5 cm) and deep (5-20 cm) sediment layers.

		Mysella bidentata sup.	*Mysella bidentata* prof.
Nephtys incisa	sup.	0.2	-
	prof.	-	0.57
Spiochaetopt. costarum	sup.	0.24	-
	prof.	-	0.15
Lumbrineris latreilli	sup.	0.17	-
	prof.	-	0.09

Discussione

La differenza più appariscente tra la comunità originaria e quella riscontrata a lungo termine dopo la ricolonizzazione riguarda la densità di *Mysella bidentata* che appare enormemente aumentata nel secondo periodo. Nonostante che nelle comunità immature si osservi spesso l'esplosione demografica di qualche colonizzatore iniziale, dato il lungo tempo intercorso dall'inizio della ricolonizzazione, pare difficile attribuire la densità di *Mysella* alla ricolonizzazione stessa che invece è probabilmente dovuta a cicliche fluttuazioni dell'abbondanza. Nelle due situazioni di densità la FAC ha messo in evidenza una diversa localizzazione di *Mysella* nel profilo del sedimento. Infatti, nel primo periodo, a bassa densità di *Mysella*,

essa appare strettamente correlata agli strati più superficiali mentre nel secondo periodo, ad elevata densità, essa appare più uniformemente distribuita nel profilo del sedimento stesso. Dopo la ricolonizzazione, l'associazione tra *Mysella bidentata* ed i policheti tubicoli o gallericoli si rivela piuttosto scarsa in superficie, ma aumenta fortemente nei confronti di *Nephtys incisa* negli strati profondi. Questo può indicare che la collocazione di *Mysella* in questi strati, che risulta anomala considerando unicamente le sue esigenze alimentari e le sue caratteristiche morfologiche, può essere spiegata ammettendo che il bivalve utilizzi le gallerie costruite da *Nephtys incisa* per colonizzare il sedimento profondo.L'associazione, rinvenuta esclusivamente tra *Mysella* e *Nephtys,* è riferibile alle diverse abitudini di vita delle tre specie di policheti prese in considerazione. Infatti, soltanto *Nephtys incisa* scava gallerie in cui si muove attivamente facendo circolare acqua ricca di ossigeno. Le gallerie, quindi, possono costituire un habitat adatto alla vita di *Mysella.* Le altre due specie considerate sono, invece, tubicole: *Spiochaetopterus costarum* vive in tubi rigidi di materiale trasparente mentre *Lumbrineris latreilli* vive in tubi costituiti da muco e sedimento. Per entrambe queste specie il tubo aderisce al corpo dell'animale e non lascia sufficiente spazio per l'insediamento di eventuali commensali ed, inoltre, all'esterno del tubo il sedimento non viene modificato dalla presenza o dall'attività di questi organismi.

Secondo Franz (1973) *Mysella bidentata* conduce vita libera. Tuttavia, in questa specie, esiste un'intensa e specializzata selezione di habitat che le consente di acquisire elevate densità nonostante le piccole dimensioni dell'adulto ed una crescita molto lenta. Molte osservazioni (Boss, 1965; Gage, 1966, 1968; Morton, 1962) hanno dimostrato che *Mysella bidentata* ed altri piccoli bivalvi possono trarre grandi vantaggi da interazioni commensalistiche vivendo a contatto con un ospite, senza tuttavia aderire ad esso. L'associazione più nota e più profondamente studiata è quella tra *Mysella bidentata* e l'asteroide *Amphiura filiformis* (Ockelmann e Muus, 1978). Tra queste specie sono state studiate in dettaglio le modalità di ricerca e di penetrazione del commensale che si insedia nei canali dell'ospite ed è stato dimostrato che questa associazione porta ad un migliore utilizzo delle risorse alimentari e ad una significativa riduzione della mortalità di *Mysella.* Nel Mare del Nord, dove esistono vaste aree dominate dall'associazione tra *Mysella* ed *Amphiura* si riscontra una significativa correlazione tra le abbondanze delle due specie (Kunitzer, 1989). Tuttavia l'associazione tra *Mysella* ed *Amphiura* non è così stretta e specifica come talora ipotizzato. Ockelmann e Muus (1978) hanno osservato che *Mysella* passa solo una parte del suo tempo, variabile a seconda dell'età, in associazione con l'ospite, mentre per il rimanente tempo vive libera alimentandosi come filtratore o detritivoro in prossimità della superficie del substrato. Inoltre, per *Mysella* e per molti altri montacutidi e galeomatidi, sono note da tempo interazioni biotiche con altri invertebrati (Boss, 1965). Nel caso di *Mysella,* tuttavia, la gamma degli organismi commensali è eccezionalmente vasta e va dai policheti ai sipunculidi, ad altri bivalvi e ad oloturoidi (Atkins, 1927; Gardiner, 1928; Orton, 1923; Pelseneer, 1925; Popham, 1940; Salisbury, 1932; Winckworth, 1923; Yonge, 1949). Recentemente, inoltre, *Mysella bidentata* è stata segnalata come organismo simbionte insediato nei canali scavati dall'echiuride *Maxumerelleia lankessteri* (Nickell *et al.*, 1995). Le nostre osservazioni, che evidenziano un'associazione tra *Mysella bidentata* e *Nephtys incisa* confermano questa tendenza della specie al commensalismo non specifico con altri organismi bentonici particolarmente attivi nella bioturbazione del sedimento.

Nel nostro caso, l'associazione *Mysella* e *Nephtys* è stata evidenziata solo - 1) in condizioni di elevata densità di *Mysella* - 2) negli strati profondi del sedimento. Entrambe queste circostanze potrebbero indicare che la pressione a colonizzare gli strati profondi mediante il commensalismo possa essere indotta dalla competizione. Infatti, solo ad elevate densità una parte della popolazione sposta il proprio habitat verso gli strati profondi del sedimento. In tal modo la popolazione commensale viene parzialmente separata da quella superficiale abbassando così la densità effettiva e quindi il livello globale della competizione.

Summary

The macrofauna of samples collected with a box-corer in northern Adriatic Sea muddy bottoms has been analysed separately for sediment strata of different depths.(0-2 cm, 2-5 cm. 5-10 cm, 10-20 cm). Samples were collected in 5 periods, before, during and after dumping of large amounts of inert particulate materials that covered the bottom and caused an almost total defaunation. At long period (6 years) after this disturbance the bottoms were recolonized by a new community. This new community differed from the original one mainly due to the high abundance of *Mysella bidentata* a small bivalve filter or surface deposit feeder. In general, animals colonise the different depths in relation to their morphological and trophic-ecological features. With regard to *Mysella,* while in the original community, at low population density, it was confined to the more surficial sediment layers (0-5 cm), in the new community, at high population density, it has been consistently detected also in the deep (5-20 cm) layers. Analysis of species association performed on data from each of the 54 corer samples collected in the last sampling period, evidences a very high association between *Mysella bidentata* and *Nephtys incisa* in deeper sediment layers. Deep layer colonisation by *Mysella* in association with the burrower polychaete *Nephtys incisa* suggests a case of commensalism between these two species. Moreover, occurrence of deep colonization only in the highly dense population, suggests that *Mysella* habitat extension toward deep sediment layers may be induced by high levels of intraspecific competition.

Bibliografia

ATKINS D. (1927) - A new habitat for *Loxosoma phascolosomatum* Vogt. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **14:** 749-752.

BENZECRI' J.P. (1982) - *L'analyse des donnés. II. L'analyse des corrispondances* (3rd ed.). Dounod, Paris.

BOSS K.J. (1965) - Symbiotic erynacean bivalves. *Malacologia*, **3:** 183-195.

CLAVIER J.(1984) Distribution verticale de la macrofaune bentique dans un sediment fin non exondable. *Cah. Biol. Mar.*, **25**: 141-152.

FRANZ D.R. (1973) - The ecology and reproduction of a marine bivalve, *Mysella planulata* (Erycinacea). *Biol. Bull. Woods Hole,* **144:** 93-106.

GAGE J. (1966) - Observations on the bivalves *Montacuta substriata* and *M. ferruginosa* 'commensals' with spatangoids. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **46:** 49-70.

GAGE J. (1968) - The mode of life of *Mysella cuneata* a bivalve 'commensal' with *Phascolion strombi* (Sipunculoidea). *Can. J. Zool.*, **46:** 919-934.

GARDINER A. (1928) - Notes on British Mollusca. *J. Conch. Lond.*, **18:** 249-250.

HAYASHI I. (1986) - Vertical distribution of macrobenthic organisms in the sediment of Wakasa Bay, Sea of Japan. *Ophelia*, Suppl. **5**: 555-564.

LEBART L. (1975) - *Validité des resultats en analyse des données.* Centre des Recherches sur la Consommation. Paris.

JOHNSON R.G.(1967) - The vertical distribution of the infauna of a sand flat. *Ecol.*, **48**: 571-578.
MORTON J.E. (1962) - Habitat and orientation in the small commensal bivalve mollusc *Montacuta ferruginosa. Animal Behav.*, **10:** 126-133.
NICKELL L.A., ATKINSON R.J. A., HUGHES D.J., ANSELL A.D., SMITH C.J. (1995) - The burrow morphology of the echiuran worm *Maxmurelleia lankesteri* (Echiura, Bonellidae) and a brief review of burrow structure and related ecology of the echiura. *J. Nat. Hist.*, **29:** 871-885.
OCKELMANN K. W., MUUS K. (1978) The biology, ecology and bahaviour of the bivalve *Mysella bidentata* (Montagu). *Ophelia*, **17:** 1-93.
ORTON J. H. (1923) - Some new commensals in the Plymouth district. *Nature*, **112:** 861.
KUNITZER A. (1989) - Factors affecting the population dynamics of *Amphiura filiformis* (Echinodermata: Ophiuroidea) and *Mysella bidentata* (Bivalvia: Galeommatacea) in the North Sea. In Reproduction, Genetics and Distribution of Marine Organisms. 23rd European Marine Biology Symposium, Olsen & Olsen, Fredensborg: 468 pp.
PELSENEER P. (1925) - Un Lamellibranche commensal de Lamellibranche et quelques autres Lamellibranches commensaux. *Trav staz Zool. Wimereux*, **9:** 164-182.
PIELOU E.C. (1975) - *Ecological diversity*. Wiley & Sons, New York.
POPHAM, M.L. (1940) - The mantle cavity of some of the Erycinidae, Montacutidae and Galeommatidae with special reference to ciliary mechanisms. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **24:** 549-586.
SALISBURY A.E. (1932) - On *Lepton squamosum* (Montagu) and *Montacuta ferruginosa* (Montagu) and some other molluscs observed at the Salcombe estuary, Devon. *Proc. malac. Soc. Lond.*, **20:** 100-103.
SHANNON C.E., WEAVER W. (1949) - *The mathematical theory of communication.* University of Illinois Press, Urbana.
SIMPSON E.H. (1949) - Measurement of diversity. *Nature*, **163**: 688.
VADER W.J.M. (1964) - A preliminary investigation into the reactions of the infauna of the tidal flats to tidal fluctuations in water level. *Neth. J. Sea Res.*, **2**: 189-222.
WINCKWORTH R. (1923) - *Montacuta bidentata* (Montagu). *J. Conch. Lond.*, **17**: 86.
YULE G.U. - On the methods of measuring association between two attributes. *J. R. Stat. Soc.*, **75:** 579-642.

Lavoro eseguito con il contributo del MURST 40%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 7 (1): 156-166

V. Zupo, F. Lumare*, V. Bisignano**

Stazione Zoologica di Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos,
Punta S. Pietro, - 80077 Ischia (NA), Italy.
*C.N.R. e Dipartimento di Biologia, Università di Lecce, Italy.
**C.N.R., ISBL - Lesina (FG), Italy.

INFLUENCE OF *PENAEUS JAPONICUS* BATE (DECAPODA NATANTIA) PREDATION ACTIVITY ON BENTHIC ASSOCIATIONS IN SEMI-EXTENSIVE CULTURE PONDS

INFLUENZA DELL'ATTIVITÀ PREDATORIA DI *PENAEUS JAPONICUS* BATE (DECAPODA NATANTIA) SULLE ASSOCIAZIONI BENTONICHE IN VASCHE DI COLTURA SEMI-ESTENSIVA

Key-words: *Penaeus japonicus*, feeding, macrozoobenthos, culture, fertilizer.

Abstract

The development of benthic associations vs. *the predation activity of* P. japonicus *were investigated in pond. The main abiotic factors were monitored during the experiment and their influences on the development of benthic associations were taken into account. The presence of the prawn influenced the population structure of prey-species, according to its age-depending preferences. Polychaetes and insect larvae were largely utilized in the main grow-out period.*

Introduction

Prey availability is important in the semi-extensive culture of *Penaeus japonicus*, because artificial diets are ineffective in promoting good growth (Lumare, 1990) and natural preys are needed to ensure a good growing-out rate and a satisfactory survival (Lumare, 1986; Guary *et al.*, 1976). Fertilization supply is commonly provided, in order to increase the amount of available prey (Lumare *et al.*, 1986; Lumare *et al.*, 1987; Zupo *et al.*, 1990).

Artificial diet supply may be provided to increase shrimp growth in semi-extensive or intensive systems. Many studies concerned with the influence of phosphate and nitrate salts on productivity (Riley, 1947), the role of dissolved chlorophyll (Boyd, 1973), the relationships between phyto- and zooplankton (Nielsen, 1958; Cushing, 1959), the benthic associations and successions in pond (Rubright, 1978; Rubright *et al.*, 1981. The effect of predation exclusion cages (Reise, 1977; Nelson, 1981) and the gut content of wild populations (Chong and Sasekumar, 1981; Cockcroft and McLachlan, 1986) were investigated in several species of prawns.

Notwithstanding the presence of such a literature, our knowledge does not allow one to predict the composition of benthic assemblages in an artificial system, nor to modify ecological conditions to promote the diffusion of prey-species. In the present study, I) the community structure in pond, II) the trophic needs of *Penaeus japonicus* and III) the main abiotic factors are investigated, in order to determine the predation efficiency of prawns cultured at different stocking densities and its influence on benthic associations.

Materials and methods

Five ponds with a 15 cm sand bottom were set in an experimental plant near the Lagoon of Lesina (SE of Italy; Fig. 1). The first four ponds (100 m^2 each one) were managed in semi-extensive conditions, with periodic fertilization and daily additions of artificial food; the fifth one (200 m^2) was in extensive conditions.

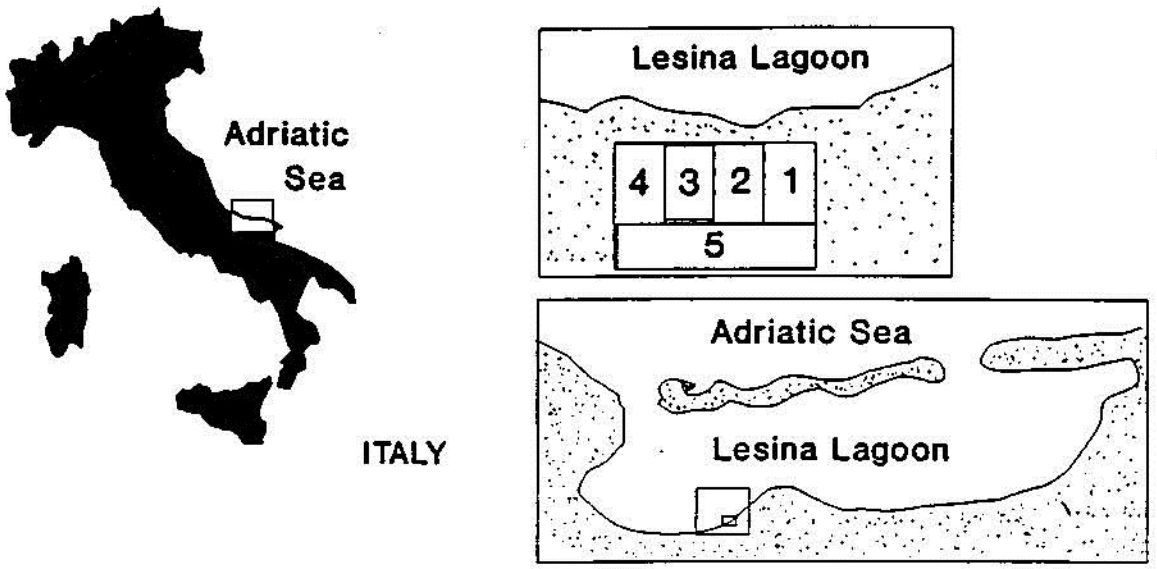


Fig. 1 - The experimental plant in Cammarata, (Lesina Lagoon).
Schema dell'impianto sperimentale in Cammarata (Laguna di Lesina).

The semi-extensive ponds were stocked with 2.5; 1.5; 2.5; 1.5 *Penaeus japonicus* post-larvae PL22 per m^2, respectively; the fifth one was at a density of 1 postlarva per m^2. Artificial food supplies varied between 200 and 2% of the shrimp average weight per day, according to the dietary schedule described by Lumare (1988). During the experiment the water level varied between 70 and 95 cm. Water changes, by pumping from Lagoon, varied daily between 10 and 40% of the pond volume, according to management requirements. Fertilization by chicken manure (200 Kg/ha) was performed at the experiment start; ammonium nitrate (20 Kg/ha) and tricalcic phosphate (10 Kg/ha) were supplied during the growing out only in the pond nr. 5. The experiment lasted 130 days.

The main physical and chemical parameters of water (pH, dissolved oxygen, temperature, salinity) were daily monitored at noon; nitrate, nitrite, ortophosphate and ammonium were measured weekly. Redox potential, dissolved chlorophyll and organic carbon in the soil were measured biweekly. Biometric analyses of the shrimp and zoobenthos collections for taxonomical analyses were performed every 15 days. Samples of 30 specimens per pond were collected, weighed and measured (total length), then restored to the ponds.

An Ekman-Birge bucket was utilized to obtain two zoobenthos replicates from each pond. Taxonomical analyses were conducted to the species level for polychaetes, molluscs and amphipods, while foraminiferids, nemathodes, copepods, chironomids and ephydrids were left unidentified. Three sample batches of 25 prawns (5 per pond) were collected, to perform gut content analysis of individuals differently aged.

The first sample refers to shrimps aged 6 weeks, the second one refers to shrimps aged 12 weeks, and the last one refers to adults sampled a few days before the end of the experiment.

Four data matrices were obtained and analyzed:
– DS1, containing the physical and chemical values during the experiment;
– DS2, containing the benthos taxonomical data;
– DS3, resulting from the vertical linkage of the first two. Data were normalized and standardized, in order to allow statistical comparisons;
– DS4, containing the gut content data.

Records on chemical conditions of water and taxonomy of the macrozoobenthos were then elaborated, after standardization of matrices by Gower index, by a multivariate analysis (P.C.A.) package (Lagonegro & Feoli, 1976), in order to detect relationships between benthic associations and the ecological conditions of ponds. A correspondence analysis (Benzecri, 1980) was performed for each pond, on DS2, to show temporal relationships between the development of benthic associations in the different periods of the experiment. The significance of axes was evaluated on the basis of the "brocken-sticks" model (Frontier, 1974). The influence of shrimps on the benthic associations was studied by a method modified from Zupo *et al.* (1989), based on DS2 and DS4. Therefore, plots describing the food preference of shrimps during the period of the experiment were calculated on the basis of the following index:

(1) Relative predation efficiency (RPE)= $AP_i/AB_i * 100$

where:

AP_i = abundance of the prey "i" in the gut contents;

AB_i = abundance of the species "i" in the benthos.

Abundances in the gut contents were measured on the basis of arbitrary scores. Therefore the method does not allow one to obtain quantitative information about the effective needs of the shrimp (e.g. in weight terms), but it is useful to compare the relative predation efficiency (RPE) on different species.

The quantitative dominance of benthic fauna during the experiment was also evaluated, and the biology of each species was taken into account in order to detect associations due to the species life cycles and the influence of the shrimp predatory activity on the benthic community.

Results

1. Physical and chemical parameters

The main physical and chemical parameters (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen) exhibited periodic fluctuations, but trends were similar in the ponds. An ANOVA analysis performed on DS1 demonstrated not significant differences between ponds; therefore, the average values were computed. The temperature exhibited fluctuations, starting from 29°C and reaching 16°C; it remained constant enough in the first 3 months and exhibited a sharp decrease during the last 45 days. The salinity showed a regular increase, from 18‰ in July to 24‰ in November; the highest increases were detected at the beginning and at the end of the experimental period.

Dissolved oxygen ranged between 17 and 22 mg/l, in accordance with the phytoplankton abundance, water temperature and salinity fluctuations. The differences recorded in day/night measurements were comparable with those recorded during the whole experimental period and, however, even the minimum values measured

were compatible with a normal growth of shrimps (Lumare, 1988). Fast pH changes were never recorded and pH was always higher then 8.

The main nutrients were related to each other; each pond showed a different time pattern of these compounds, but similar trends, due to the biological conversion of ammonium, nitrite and nitrate. Nitrite concentration was almost proportional to that of ammonium.

Phosphate concentration was higher in the first period of the experiment, in semi-extensive ponds, while in pond 5 it exhibited an irregular pattern, according to the fertilization supplies. Dissolved chlorophyll had similar fluctuations in all ponds; its pattern was according to nutrient concentration, temperature and salinity. Analysis on DS1 revealed a significant correlation between chlorophyll and temperature (r=0.706); the correlation between chlorophyll and salinity was -0.651; between chlorophyll and nitrite it was -0.163.

A light decrease of the phytoplankton concentration after each fertilization, due to nitrite, followed by a new increase according to nitrate was observed in pond 5. The chlorophyll concentration was inversely related to some macrozoobenthic taxa, such as Chironomidae, which utilized phytoplankton for their trophic needs. Organic carbon content in the soil ranged from 0.9 to 2.1 mg/l. The pattern in each pond was different; the maximum values were obtained in pònd 5, cultured in extensive conditions.

2. *Benthic associations*

At the end of experiment the density of prawns in the five ponds were, respectively, 0.8, 1.5, 1.3, 1.1, 0.7 individuals per square meter. The highest recovery rates were measured in pond 4 and 5 (70%).

The taxonomical analysis of macrozoobenthos showed the presence of 15 taxa, belonging to 5 phyla. Polychaetes (13056 individuals, represented principally by *Polydora ciliata*,), molluscs (principally *Abra ovata*, with 8620 individuals and *Cerastoderma glaucum*, with 3399 individuals), harpachticoid copepods (3397) and insects (principally *Chironomus* larvae, with 22829 individuals) were the best represented taxa (table 1).

The total number of individuals detected in benthos samples was significantly and inversely correlated (r=-0.8) to the density of the prawn at the end of the experiment. The average decalcified dry weight was higher during the second and the third month of the experiment. Differences in benthic associations were detected in each pond.

At the beginning of the experiment the best represented species was *Abra ovata* (Fig. 2); *Polydora ciliata* and copepods became abundant after the first month; chironomidae larvae were the best represented taxon in the last period. Some vegetarian species, such as filter feeders molluscs and ephydrids larvae, were related to the chlorophyll content of water; most detritivorous species were related to the presence of organic carbon in the soil.

Patterns of choice (Zupo *et al.*, 1989) for some low consumed taxa, indicate (Fig. 3a) that *Mytilaster marioni* and foraminiferids were consumed at the lowest efficiency.

A high RPE of copepods, chironomids and polychaetes (*Polydora ciliata*) were consumed by shrimps in the first period of the experiment (Fig. 3b). *Abra ovata* is predated especially in the first period of the experiment, when natural populations

Tab. 1 - D.S.2. Main taxa sampled in the 5 pond's bottom during the experiment.
Principali taxa campionati sul fondo delle cinque vasche durante l'esperimento.

POND	DATE	FORAMINIFERA	NEMATODA	Polydora ciliata	Abra ovata	Cerastoderma glaucum	Mytilaster marioni	Hydrobia sp.	Cyclope neritaea	POLMONATA	OSTRACODA	COPEPODA	Corophium insidiosum	Gammarus aequicauda	Chironomidae	Ephydridae	TOTAL
1)	30/6			2	1		4										7
1)	28/7	23	2	241	855	663	5	21	1	3	2	441			27	52	2336
1)	10/8	2	0	403	325	21	19	7		1		16			13		807
1)	25/8	34		282	68	27	4	12			1	180		1	9		618
1)	15/9			231	70	12	4	8				22		20	295		662
1)	1/10		1	219	62	5	1	5				5	3	141	688		1130
1)	15/10	4	41	310	199	20	3	18		2			1	13	1312		1923
1)	2/11	4	59	151	336	21	1	10	2	1			1	32	1925		2543
	Total	67	103	1639	1916	769	41	81	3	7	3	664	5	207	4269	52	10026
2)	30/6					2	24	36		2						6	70
2)	28/7	2		481	41	257	10	39		2		2					834
2)	10/8	22		362	85	69	19	61		0		30			1	7	656
2)	25/8	14		374	78	136	24	77	2	3	3	443	2		158	14	1328
2)	15/9	52	8	410	204	84	32	89	1	3	6	27			298		1214
2)	1/10	17		88	24	21	5	32		2		67	1		222	1	480
2)	15/10	0		262	98	61	13	43	1	1		9			825	1	1314
2)	2/11	13	13	514	78	18	10	141		1	2				446		1236
	Total	120	21	2491	608	648	137	518	4	14	11	578	3	0	1950	29	7132
3)	30/6	3			132		7	22	1	1						11	177
3)	28/7	7		371	155	64	33	94	2	16					1		743
3)	10/8	0		725	284	217	16	100	0	3		159	1		21	37	1563
3)	25/8	116		389	135	564	17	151	2	4	10	819		1	38	2	2248
3)	15/9	23		467	119	36	18	124	1	6	4	68			155		1021
3)	1/10	0		289	79	136	10	64	2	5		4		7	263	1	860
3)	15/10	108		357	108	30	25	143	5	2	7	91	1	1	306	1	1185
3)	2/11	18	5	409	91	26	5	98		1	4	50		17	347		1071
	Total	275	5	3007	1103	1073	131	796	13	38	25	1191	2	26	1131	52	8868
4)	30/6				54		4	5	1	4							68
4)	28/7	5		641	373	524	4	12		2		111	2		908	13	2595
4)	10/8	61		260	599	74	6	89	3	5	6	71	3	12	45	56	1290
4)	25/8	64		493	544	30	2	87		2	6	130	1	15	105	8	1487
4)	15/9	52		334	345	22	1	104	1	10	4	57		25	690		1645
4)	1/10	29		224	214	17	1	17		1				9	763		1275
4)	15/10	66	42	312	221	27	4	107		4	3			8	1018	5	1817
4)	2/11	15	55	48	151	29		36		9		2		16	1636		1997
	Total	292	97	2312	2501	723	22	457	5	37	19	371	6	85	5165	82	12174
5)	30/6	10	1		2	5		7								14	39
5)	28/7	1		277	380	46		3				49	1		350	1	1108
5)	10/8			825	257	15	2						1	2	103	5	1210
5)	25/8	5		703	704	57		10				339	32	907	231		2988
5)	15/9	25		349	416	11	1	14		1	2	6	21	41	1188		2073
5)	1/10	4		490	156	9	2	3		1	1	11	50		1764		2491
5)	15/10	2		436	155	9	1	2				132	207		2993		3937
5)	2/11	11		327	422	34	9	11				56	563	34	3687		5154
	Total	58	1	3407	2492	186	15	50	0	2	3	593	875	984	10314	20	19000

show a numerical increase. *Gammarus aequicauda* is mainly preferred after the second month. Chironomidae larvae were present in the adjacent lagoon during all the experimental period. They resulted dominant in the pond bottom only after the third month (Fig. 2), when the shrimp predatory pressure decreased (Fig. 3b). A scarce trophic activity of shrimp, characterized by a high abundance of empty guts, was observed in the last months of experiment. The abundance of chironomids and polychaetes in the five ponds is correlated to the density of prawn at the beginning of the experiment; the abundance of *Gammarus aequicauda* is correlated to the density of the prawn at the end of experiment.

The principal component analysis performed on DS2, showed two significant axes and three main clusters of taxa, the first containing *Mytilaster marioni*, *Hydrobia* sp., foraminiferids, ostracodes and *Cyclope neritaea*; the second containing *Cerastoderma glaucum*, copepods, polychaetes and ephydrids; the third containing nematoda, chironomidae, *Gammarus aequicauda* and *Corophium insidiosum* (Fig.

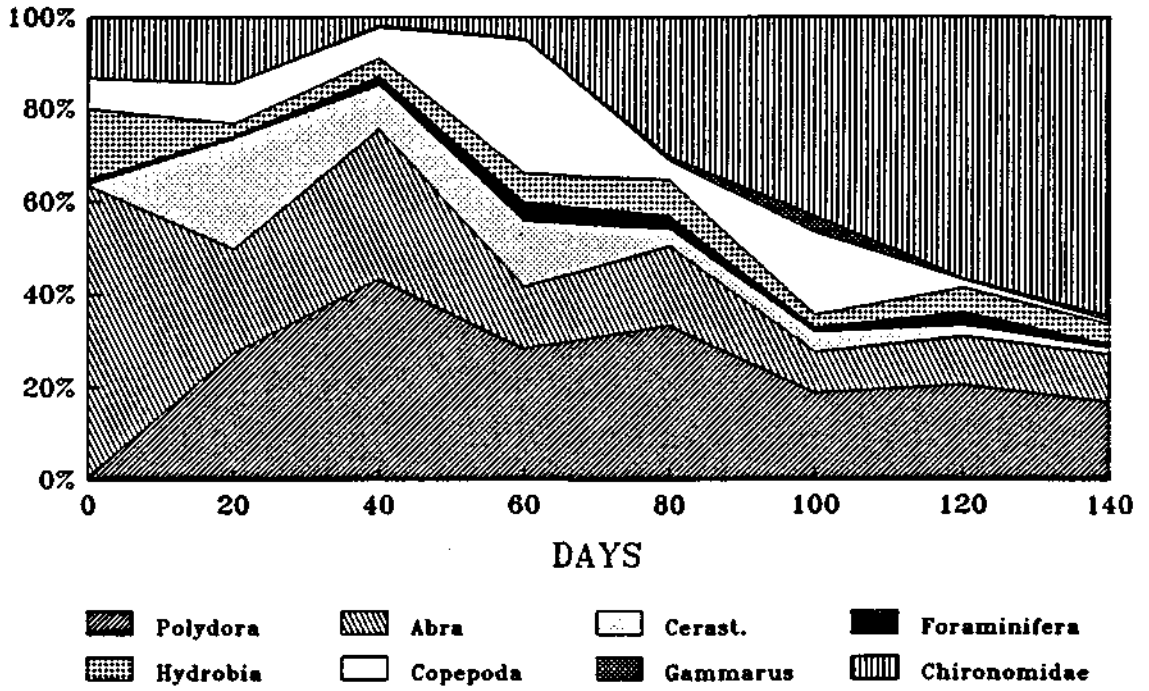


Fig. 2 - Time pattern of the main taxa, reported as Q.I.%. The average values obtained in the 5 ponds are reported.

Andamento temporale delle abbondanze quantitative dei principali taxa macrozoobentonici (QI%).

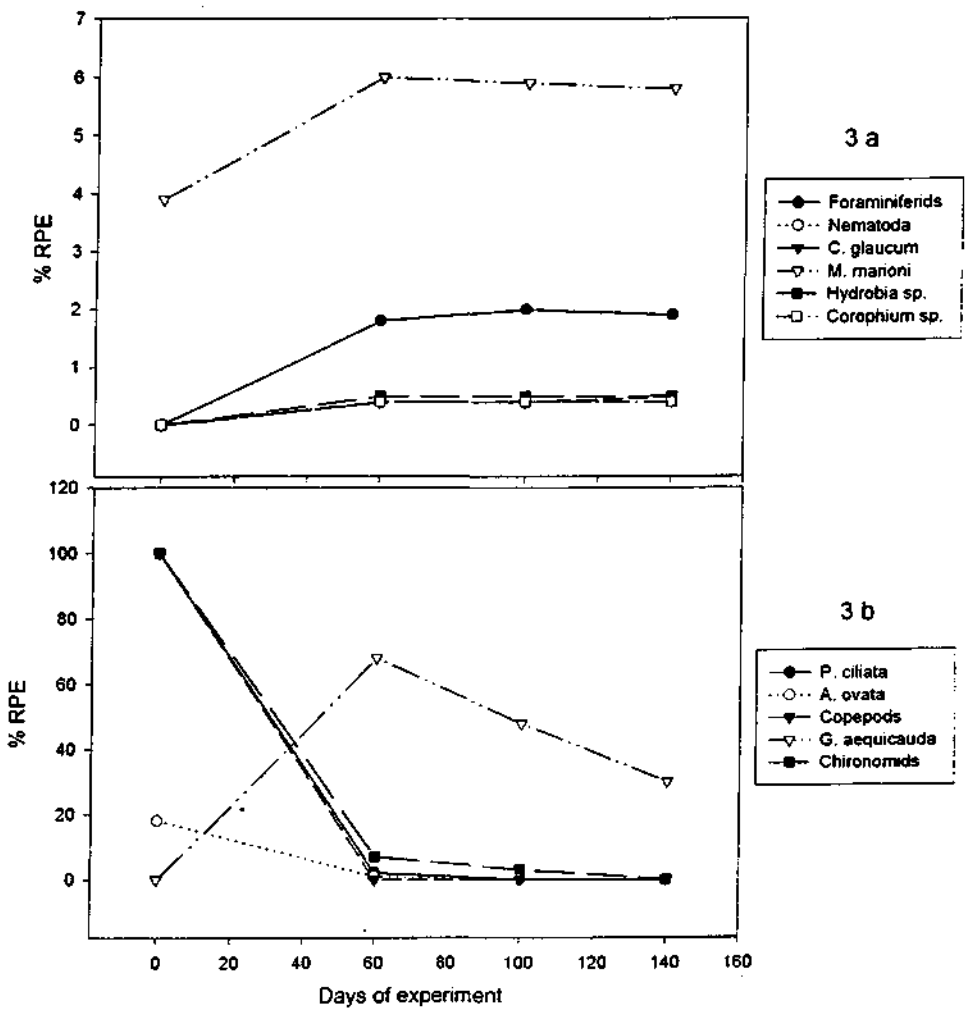


Fig. 3 - Diet pattern of the main taxa utilized by shrimps (average on the 5 ponds). a: low consumed taxa (Nematoda and *C. glaucum* follow the pattern of *Corophium* sp.); b: largely consumed taxa. % RPE refers to choice index discussed in the text.

Percentuale dei principali taxa macrozoobentonici nella dieta del gambero, in rapporto alla loro abbondanza nelle associazioni bentoniche (le percentuali si riferiscono all'indice di scelta descritto nel testo). a) taxa scarsamente consumati; b) taxa abbondantemente consumati.

4). The principal component analysis performed on DS3, after standardization of the matrix, showed two significant axes (fig. 5), and the clustering of phosphate and ammonium, due to the use of fertilizers. Chlorophyll and temperature were linked; chlorophyll and nutrients were opposed. All the other observation points were in a cluster between the previous points. *Hydrobia* sp., ostracodes, copepods and foraminiferids were linked to pH, in the factorial plane; *Cyclope neritaea*, *Mytilaster marioni* and ephydrids were related to the factor "nitrate". Amphipods

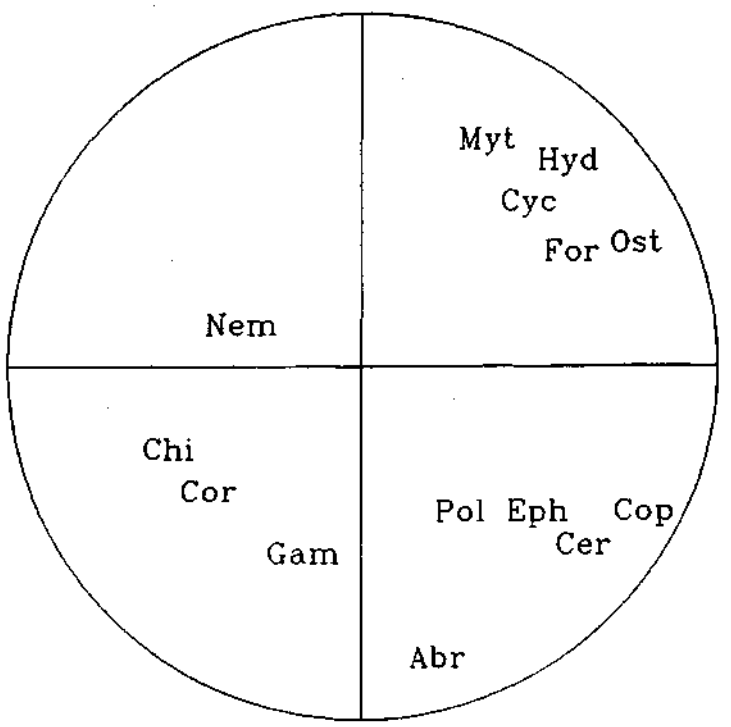


Fig. 4 - P.C.A. ordination of D.S.2., to show relationships among benthic associations.
Analisi delle componenti principali applicata al set di dati 2.

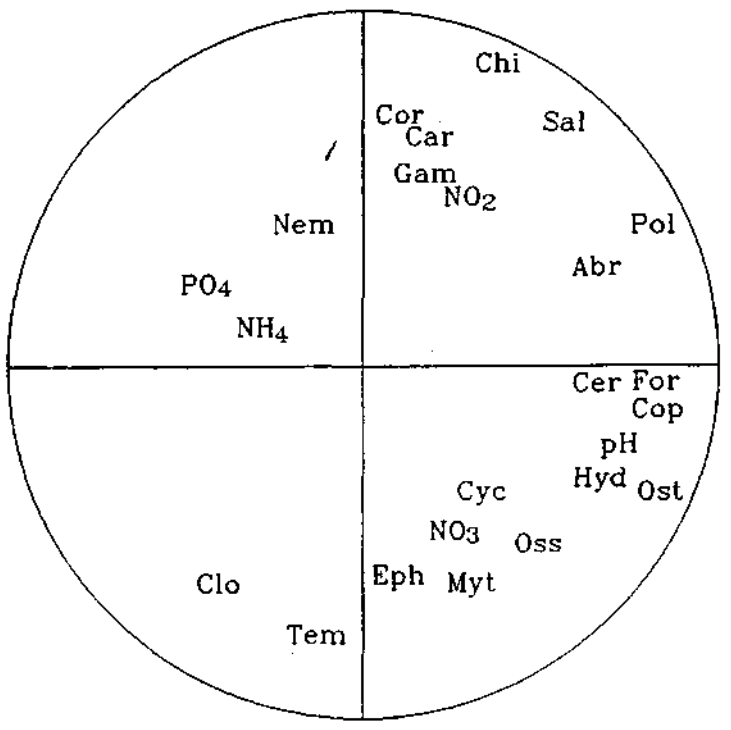


Fig. 5 - P.C.A. ordination of D.S.2., to show relationships among benthic associations.
Analisi delle componenti principali applicata al set di dati 3.

and nemathodes were linked to the presence of organic carbon. The presence of *Abra ovata*, polychaetes and chironomids was according to the increase of salinity.

Discussion

External manipulations performed on the ponds (water renewals, fertilization, food supply, etc.) could allow a perfect control of abiotic factors, and the pattern of the main chemical and physical parameters followed that of external manipulations, such as water changes and fertilizations. The importance of fertilization is assessed by the relationship between chlorophyll and nutrients, but environmental factors such as temperature and salinity must be taken into account in order to avoid increases of nitrites, influencing phytoplanktonic populations. A high organic carbon content can promote the growth of detritivorous organisms (i.e. *Abra* and some amphipods), as shown by the correlation matrix obtained for DS1.

Most prey taxa feed preferentially on phytoplankton or detritus: therefore the food web is mainly controlled by fertilization and consequent algal blooms, as stated by Rubright *et al.* (1981) and demonstrated by the principal component analysis. The prawn can influence the prey-species populations and the organic carbon content of the soil. The influence of the prawn on benthic associations is assessed by the significant correlation between shrimp density in the ponds at the end of the experiment and abundance of prey species. Benthic associations, such as between chironomidae, *Corophium*, nematoda and gammaridae, or between *Mytilaster, Hydrobia, Cyclope neritaea*, foraminiferids and ostracodes, are according to the prawn feeding activity and the life cycles of prey species. Associations were quite constant in each pond, but their temporal pattern was different, demonstrating that physical and chemical conditions of ponds have direct influence on the temporal evolution of benthic associations.

All the identified species, typical of brackish water systems, are characterized by a reproductive "R" strategy; they can produce blooms in different periods of the year, according to the environmental conditions. When we consider that *P. japonicus* is often cultured in brackish waters, in Europe, we can extend most considerations of the present work to several culture plants. *Abra ovata*, an eurialine deposit feeder, produces blooms often in July-August; however dramatic population structure changes can be due to environmental factors (Ibanez and Dauvin, 1988; Cornet, 1986; Dauvin and Gentil, 1989). The abundance of this species was not influenced by the prawn predation pressure. *Cerastoderma glaucum* produces more stable populations; however, it exhibited a similar trend in ponds. The predatory efficiency of *P. japonicus* on this species is very low; it can decrease also due to the valves hardening of adult specimens.

Polydora ciliata is a very common polychaete in brackish waters, characterized by high reproductive effort, especially in summer months, and several reproductions in the same year (Ibanez and Dauvin, 1988; Ramberg and Thomas, 1983). It became dominant only after the first month, when the predatory pressure of the shrimp was lower. The predation pressure on chironomidae larvae is evident. In fact they were abundant in the adjacent lagoon all through the summer, but they were scarcely represented in pond in the first period of the experiment. After the 60th day, when the predatory efficiency decreased, they became numerically dominant in the community. Copepod population was highly influenced by the shrimp and by the

plancton abundance, while the abundance of taxa as Foraminiferids was not influenced by the shrimp.

Previous works showed that amphipods, insects and bivalves, such as *Abra ovata*, represent the prawn preferential prey in the maximum growth period, characterized by the highest food requirements (Zupo *et al.*, 1989; Lumare *et al.*, 1987). The present paper confirms these results, and stresses the importance of insect larvae, polychaetes, and amphipods. Our results are according to Wildish (1977), that found salinity, temperature, colonizing larvae and food supply to be the major physical factors controlling macrofaunal community composition, biomass and productivity.

Conclusions

The prawn predation activity modifies benthic associations from both a quantitative and qualitative point of view, according to its density, temperature, and age-depending preferences. Some groups, utilized in the main grow-out period, as polychaetes and insects larvae, are largely controlled by the feeding activity of the prawn. Polychaetes, copepods and chironomids are highly preferred in the first grow-out period and their populations are influenced by the prawn feeding activity; amphipods and large bivalves are chosen in the following periods. However, molluscs seem to be scarcely preferred, being consumed only when they are small and abundant. The shrimp preferences must be taken into account in order to ensure in each period of the culture the necessary prey.

The presence of species not actively chosen in any period of culture can be undesiderable, because they can compete with other taxa for the phytoplankton as food source. Organic carbon content of sediments, temperature and salinity are the main abjotic factors related to the benthic community development in the Lesina Lagoon environment.

Riassunto

Vengono analizzate le relazioni tra attività predatoria di *Penaeus japonicus* Bate e lo sviluppo di associazioni macrozoøbentoniche in vasca, tenendo sotto controllo i trend di variazione dei parametri abiotici.

La presenza di un forte predatore, quale *P. japonicus*, in un sistema artificiale connesso con un ambiente naturale d'acqua salmastra (Laguna di Lesina) influenza le fluttuazioni stagionali delle popolazioni bentoniche e rappresenta un interessante esempio di interazione biotica tra un forte predatore ed alcune specie chiave tipiche del benthos lagunare. Lo studio è stato condotto in 4 vasche da 100 m^2 ciascuna, mantenute in condizioni di semi-intensivo, ed una da 200 m^2, in condizioni di estensivo. L'esperimento ha avuto una durata di 130 giorni, durante i quali sono stati monitorati i principali parametri chimico-fisici (pH, ossigeno disciolto, temperatura, salinità, nitriti, nitrati, ortofosfati, ammonio, potenziale redox e carbonio organico nell'acqua e nei sedimenti), le abbondanze di fitoplancton e quelle di organismi macrozoobentonici. Prelievi quindicinali replicati sono stati effettuati utilizzando una benna Ekman-Birge; gli organismi raccolti sono stati identificati sino al livello specifico per i principali gruppi tassonomici. Sono stati inoltre effettuati prelievi periodici di gamberi, da sottopore ad analisi biometriche e dei contenuti stomacali. E' stato così possibile identificare 1) le relazioni esistenti

tra fattori chimico-fisici e sviluppo di organismi bentonici, e 2) l'effetto della presenza del predatore sulle associazioni bentoniche, attraverso confronti statistici tra le prede preferite in ogni stadio di vita (identificate attraverso l'esame dei contenuti stomacali) ed i trend di abbondanza delle stesse. La presenza del gambero influenza profondamente i popolamenti bentonici.

Acknowledgements

Authors are grateful to L. Mazzella, M.B. Scipione, M.C. Gambi, G.F. Russo and G. Casolino for the help in the classification of plant and animal taxa in the benthos samples and in the gut contents. G. Marolla provided the chemical analyses. Thanks also go to N. James and two anonymous referees for critical revision of the English text.

References

BENZECRI J.P. (1980) - *L'Analyse des données. II L'analyse des corrispondances.* Dunod Paris (ed.): 632 pp.

BOYD C.E. (1973) - Summer plant communities and primary productivity in fish ponds. *Hydrobiologia,* **41**: 375-390.

CHONG V.C., SASEKUMAR A. (1981) - Food and feeding habits of the white prawn *Penaeus marguiensis. Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **5**: 185-191.

COCKCROFT A., McLACHLAN A. (1986) - Food and feeding habits of the surf zone Penaeid prawn *Macropetasma africanus* Balss. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* , **7** (4): 345-358.

CORNET M. (1986) - Evolution des paramètres de structure des populations de mollusques bivalves des fonds a *Abra alba* au large du bassin d'Arcachon. *Vie Milieu*, **36** (1):15-25.

CUSHING D.H. (1959) - The seasonal variation in oceanic production as a problem in population dynamics. In J.W. Nybakken (ed.), *Readings in Marine Ecology*. Harper and Row, New York: 127-136.

DAUVIN J.C., GENTIL F. (1989) - Long-term changes in populations of subtidal bivalves (*Abra alba* and *A. prisamtica*) from the Bay of Morlaix (Western English Channel). *Mar. Biol.*, **103**: 63-73.

FRONTIER S. (1974) - Contribution à la connaissance d'un écosistème neritique tropical: etude descriptive et statistique du peuplement de la region de Nosy-Bé (Madagascar). Thése d'Etat, Aix-Marseille: 628 pp.

GUARY J.C., KAYAMA M., MURAKAMI Y. , CECCALDI H.J. (1976) - The effect of a fat free diet and compounded diets supplemented with various oils on moult, growth and fatty acid composition if prawn *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture*, **7**: 245-254.

IBANEZ F., DAUVIN J.C. (1988) - Long term changes (1977-1987) in a muddy fine sand *Abra alba* - *Melinna palmata* community from the western English Channel: multivariate time-series analysis. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **49**: 65-81.

LAGONEGRO M., FEOLI E. (1976) - *Analisi Multivariata di Dati. Manuale d'uso di programmi Basic per personal computer.* Libreria Goliardica Ed. - Trieste: 180 pp.

LUMARE F. (1986) - Marine shrimp culture in the world and present state and trends of Kuruma prawn culture in Italy. *Inv. Pesq.*, **136**: 23 pp.

LUMARE F. (1988) - Shrimp culture in Italy and economics. *J. Aquatic Products*, **2**: 105-123.

LUMARE F. (1990) - Crucial points in research into and commercial production of shrimps. In: Mediterranean aquaculture. Flos R., Tort L. and Torres P. (Eds.). Ellis Horwood - New York: 245-252.

LUMARE F., AMERIO M., ARATA P., GUGLIELMO L., CASOLINO G., MAROLLA V., SERRA A., SCHIAVONE R., ZINNO M. (1989) - Semi-intensive culture of the Kuruma shrimp Penaeus japonicus by fertilizer and feed applications in Italy. In: Aquaculture - A biotechnology in Progress. N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins (Eds.) European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.

LUMARE F., ANDREOLI C., BELMONTE G., CASOLINO G., COTTIGLIAM., DA ROS L., PISCITELLI G., TANCIONI L. (1986) - Growing studies on *Penaeus japonicus* (Decapoda, Natantia) in management and evironmental diversified conditions. *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, **21** (2): 42-58.

LUMARE F., ANDREOLI C., GUGLIELMO L., MASELLI M.A., PISCITELLI G., SCOVACRICCHI T., TOLOMIO C. (1987) - Trophic community correlations in fertilized ponds for commercial culture of the kuruma prawn *Penaeus japonicus* Bate in the North Adriatic Sea (North east cost of Italy). *Inv. Pesq.*, **51** (1): 571-585.

NELSON W.G. (1981) - Experimental studies of decapod and fish predation on seagrass macrobenthos. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **5**: 141-149.

NIELSEN E.S. (1958) - The balance between phytoplankton and zooplankton in the sea. In J.W. Nybakken (ed.), *Readings in Marine ecology.* Harper and Row, New York: 116-126.

RAMBERG J.P., THOMAS A.S. (1983) - A systematic review of the Oslofjord species of *Polydora* Bosh and *Pseudopolydora* Czerniavsky, with some new biological and ecological data (Polychaeta: Spionidae). *Sarsia,* **68**: 233-247.

REISE K. (1977) - Predator exclusion experiments in an intertidal mud flat. *Helgonalder wiss. Meeresunters,* **30**: 263-271.

RILEY G.A. (1947) - Factors controlling phytoplankton populations on Georges Bank. In W. Nybakken (ed.), *Readings in Marine Ecology.* Harper and Row, New York: 49-68

RUBRIGHT J.S. (1978) - An investigation into the role of meiofauna in the food chain of a shrimp mariculture pond system. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, Texas.

RUBRIGHT J.S., HARREL J.L., HOYT W.H., PARKER J. (1981) - Responses of planktonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds. *J. World Maricul. Soc.,* **12** (1): 281-299.

WILDISH D.J. (1977) - Factors controlling marine and estuarine sublittoral macrofauna. *Helgolander wiss. Meeresunters,* **30**: 445-454.

ZUPO V., BISIGNANO V., LUMARE F., AMERIO M., SCHIAVONE R. (1990) - The relationship between size and energy value of *Penaeus japonicus* in semi-intensive and extensive culture in terms of diet. *Riv. Ital. Acquacol.,* **25**: 29-35.

ZUPO V., LUMARE F., BISIGNANO V., PAVONE E. (1989) - Ruolo delle associazioni bentoniche nell'allevamento semi-intensivo di *Penaeus japonicus* Bate: relazioni ponderali. *Nova Thalassia,* **10** (1): 297-308.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 167-168

R. Chemello, F. Di Piazza, T. Dieli, S. Riggio

Laboratorio di Ecologia Marina, Istituto di Zoologia, Università di Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

STRUTTURA DELLA MALACOCENOSI ASSOCIATA AD ALGHE FOTOFILE: EFFETTI DELLA PROFONDITÀ E DELLA COMPLESSITÀ D'HABITAT

STRUCTURE OF THE MOLLUSCAN FAUNA ASSOCIATED TO PHOTOPHILOUS ALGAE: EFFECTS OF DEPTH AND HABITAT COMPLEXITY

Abstract

The molluscan fauna of photophilous algae assemblages has been studied using multivariate techniques. This approach pointed out two main factors regulating the distribution of Molluscs: the hydrodynamic pattern and the different complexity of the main algae.

Key-words: molluscs, algae, habitat complexity, Mediterranean.

Introduzione

Numerosi lavori hanno messo in evidenza la stretta relazione esistente tra la distribuzione degli organismi e la complessità d'habitat, la cui variazione dipende dall'abbondanza assoluta del principale componente strutturale nell'unità di area esaminata (Bell *et al.*, 1991).

Nel caso dei popolamenti bentonici di substrato duro, la complessità d'habitat dipende in misura consistente dal tipo di macrofita dominante e dalla sua abbondanza (Chemello e Russo, in stampa).

Il problema della distribuzione spaziale del *syntaxon* Mollusca in relazione a gradienti crescenti di complessità dell'habitat è stato affrontato attraverso uno studio comparativo su base statistica nel biotopo costiero di Isola delle Femmine (Palermo) pressochè immune da disturbi antropici.

Materiali e metodi

Nel Luglio 1995 sono stati raccolti 7 campioni (con 2 repliche ciascuno) tra 0 e -15m, lungo un transetto costa-largo, con la tecnica integrata del grattaggio-sorbonatura su una superficie di 900 cm^2 (Chemello, 1991).

Tutti i campioni sono stati raccolti su fondi ad alghe brune del genere *Cystoseira* disposti in successione dalla superficie in profondità, secondo l'ordine seguente: *Cystoseira amentacea*, *C. balearica*, *C. sauvageauana* e *C. ercegovicii* (Amico *et al.*, 1985). Il valore di complessità è stato calcolato riducendo in ranghi di valore crescente (1-6) l'architettura dei tipi algali, partendo dai valori di altezza, larghezza, superficie occupata, volume e numero di divaricazioni successive (I°-X^{esimo} grado).

L'ordinamento multifattoriale delle stazioni e delle specie è stato effettuato impiegando l'analisi fattoriale delle corrispondenze. Gli andamenti della malacofauna lungo gli assi principali sono stati confrontati con la distribuzione dei ranghi dei tipi algali lungo il transetto esaminato.

Risultati

Sono state classificate 118 specie di Molluschi tra Poliplacofori (7,63%), Gasteropodi (76,27%) e Bivalvi (16,10%).

I risultati hanno dimostrato che il popolamento a Molluschi si distribuisce lungo due gradienti: il primo, disposto lungo il primo asse dell'AFC (F1= 30,9% var. tot.), è un tipico gradiente di "profondità", meglio definibile in termini di estinzione del gradiente idrodinamico verticale, mentre il secondo (F2= 25,7% var. tot.) sembra legato alla variazione architetturale del tipo algale, con una serie di aggregazioni malacologiche correlate alla maggiore o minore complessità strutturale della macrofita dominante. Tra le diverse specie di *Cystoseira*, infatti, è evidente una evoluzione crescente nella complessità strutturale tra i campioni di 0 e -15m, con un aumento tendenziale del rango con la profondità.

Discussione

La malacofauna legata alle alghe fotofile sembra appartenere ad un unico insieme bionomico, privo di marcate discontinuità tra -1 e -15 m e con una maggiore tendenza alla tipicizzazione del popolamento nei campioni più profondi. L'unica discontinuità è presente tra il campione 0 e quello di -1 m, dovuta probabilmente a fattori idrodinamici (I° profondità critica di Riedl). Il cenoclino malacologico sembra quindi controllato da fattori climatici (il tipo di idrodinamismo) e da fattori edafici *sensu latu* (il tipo algale), tenendo conto che l'alga fornisce il substrato per il 90% circa delle specie presenti in ogni campione.

Bibliografia

AMICO V., GIACCONE G., COLOMBO P., COLONNA P., MANNINO A.M., RANDAZZO R. (1985) - Un nuovo approccio allo studio della sistematica del genere *Cystoseira* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **18** (326): 887-986.

BELL S.S., McCOY E.D., MUSHINSKY H.R. (1991) - *Habitat structure. The physical arrangement of objects in space.* Chapman & Hall, London: 438 pp.

CHEMELLO R. (1991) - *Contributo alla cartografia biocenotica dei fondali delle Isole Pelagie e struttura del popolamento a Molluschi ai fini della costituzione della Riserva Marina.* Università degli Studi di Messina, Dottorato di ricerca in Scienze ambientali, IV ciclo: 235 pp.

CHEMELLO R., RUSSO G.F. (in stampa) - The molluscan taxocoene of the photophilic algae from Lampedusa Island (Strait of Sicily, Southern Mediterranean). *Boll. malacol.*, Milano.

Lavoro eseguito con il contributo Provincia di Palermo - Progetto mare.

Biol Mar. Medit (1997), 4 (1): 169-171

F. Pranovi, D. Curiel*, A. Rismondo*, M. Marzocchi*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare - ICRAM,
Viale Stazione 5 - 30015 Chioggia (VE), Italia.
*Dip. di Biologia, Università di Padova, Italia.

DISTRIBUZIONE DI UNA PRATERIA A FANEROGAME IN RELAZIONE ALLA PRESENZA DI *UPOGEBIA PUSILLA* (CRUSTACEA, DECAPODA) IN LAGUNA DI VENEZIA

SEAGRASS MEADOW DISTRIBUTION IN RELATION TO THE PRESENCE OF *UPOGEBIA PUSILLA* (CRUSTACEA, DECAPODA) IN THE LAGOON OF VENICE

Abstract

Relations between seagrasses and crustacean scavengers in the Venice Lagoon are investigated. A negative correlation between Zostera noltii *and* Upogebia pusilla *has been found.*

Key-words: *Upogebia pusilla*, seagrass, Venice Lagoon.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni è stata rilevata, nel bacino nord della Laguna di Venezia, una riduzione dell'areale distributivo di *Zostera noltii* Hornem. (Scarton *et al.*, 1995). I motivi di questa scomparsa non sono ancora del tutto chiari e vanno probabilmente ricercati in una serie di più cause tra loro correlate.

Tale fenomeno, contrasta con l'aumento della distribuzione delle altre due fanerogame marine presenti in laguna, *Z. marina* L. e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson; ciò consente di escludere dalle cause della regressione fattori quali un aumento dell'inquinamento (Curiel *et al.*, 1994).

Nel periodo in cui si è manifestata la regressione di *Z. noltii*, secondo una ricerca svolta presso i pescatori locali, nel bacino nord della laguna si è verificato un sensibile aumento della presenza di *Upogebia pusilla* (Petagna).

Il lavoro si è proposto di raccogliere dati comparati sulla distribuzione delle due specie per consentire di formulare valutazioni ed ipotesi di correlazione tra i due fenomeni osservati.

Materiali e metodi

Sono state effettuate due serie di campionamenti (primavera '95 ed autunno '95) al fine di determinare la presenza e l'abbondanza delle due specie in un'area di bassifondi compresi tra il litorale di S. Erasmo e l'isola di S. Andrea (laguna nord).

La densità delle praterie a fanerogame è stata valutata contando il numero di ciuffi/m², mentre per *U. pusilla* si è considerato il numero di buchi/m², da cui è possibile stimare il numero di individui (rapporto individui/buchi = 1/1,5, secondo Dworschak, 1987). Tutti i rilievi sono stati effettuati mediante conta all'interno di superfici note (0,16 m²; 15 repliche per stazione), lungo transetti paralleli alla linea di costa e disposti a varie distanze dal bordo del canale.

I dati ottenuti sono stati poi confrontati effettuando un'analisi della varianza (Anova).

Risultati e discussione

I dati raccolti (Tab. 1) evidenziano una relazione tra densità di *U. pusilla* e quella delle fanerogame. L'applicazione dell'ANOVA ha mostrato la significatività di tale correlazione ($F_{197/197}$=98.7, p<.0001) in tutte le stazioni campionate (LDS *post hoc* test). Tale indicazione è confermata anche dal fatto che l'incremento dell'estensione della prateria a *Cymodocea nodosa* osservata nell' autunno '95 nell'area di S. Andrea, ha condotto ad una significativa diminuzione della presenza di *U. pusilla* rispetto a quanto rilevato nella primavera precedente. Inoltre va sottolineato come la maggiore densità di *U. pusilla* si rilevi proprio nelle zone più interne (tab. 1) che qualche anno fa ospitavano una estesa prateria a *Z. noltii* (Caniglia *et al.*, 1990), oggi estremamente ridotta.

Tab. 1 - Distribuzione della presenza (media e deviazione standard) di fanerogame e di *Upogebia pusilla* rilevate nei mesi di marzo e novembre 1995. Per le stazioni si riporta la distanza dal bordo del canale; *Z.m. = Zostera marina, Z.n. = Zostera noltii, C.n. = Cymodocea nodosa.*
Seagrass and *Upogebia* distributions (mean and standard deviation) recorded in March and in November 1995. The distance from the channel edge is also reported; *Z.m. = Zostera marina, Z.n. = Zostera noltii, C.n. = Cymodocea nodosa.*

stazione	primavera 1995		autunno 1995	
	numero buchi/m² media (d.s)	numero ciuffi/m² media (d.s)	numero buchi/m² media (d.s)	numero ciuffi/m² media (d.s)
S. Erasmo 1 (30 m)	152.0 (47.4)	0	150.1 (53.1)	0
S. Erasmo 1 (100 m)	256.0 (124.6)	0	336.1 (67.4)	0
S. Erasmo 2 (10 m)	6.4 (12.9)	300.0 (76.0) *Z. m.*	7.3 (22.2)	269.5 (69.0) *Z. m*
S. Erasmo 2 (30 m)	59.2 (37.7)	275.1 (71.8) *Z. n.*	1.1 (3.3)	346.0 (133.1) *Z. n.*
S. Erasmo 2 (100 m)	248.0 (77.3)	0	569.1 (127.6)	0
S. Andrea 1 (30 m)	78.4 (50.4)	640.0 (163.3) *Z. n.*	79.2 (74.9)	529.2 (386.1) *Z. n.*
S. Andrea 1 (100 m)	182.4 (49.6)	0	31.5 (17.6)	357.1 (47.4) *C. n.*

Gli unici dati relativi alla densità di *U. pusilla* nella Laguna (Isola di Crevan) risalgono al 1989 (Tagliapietra, 1990) ed indicano un valore di 57 ind/m². Nostri campionamenti, effettuati nella primavera '95 nella stessa stazione, denotano un incremento del numero di esemplari di *U. pusilla* (84 ind/m²) e una pressoché totale scomparsa delle fanerogame, citate come presenti da Tagliapietra (1990).

In conclusione, quindi, anche se i dati a nostra disposizione non consentono di descrivere per ora i meccanismi di interazione tra le due specie, è interessante notare l'esistenza di una correlazione. Essa potrebbe trovare spiegazione in fenomeni di reale interazione ed essere legata alla bioturbazione prodotta dai crostacei scavatori (Suchanek, 1983).

Bibliografia

CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., ZANELLA L. (1990) - *Carta Distributiva delle Fanerogame marine. Scala 1:50.000*. Consorzio Venezia Nuova, Min. LL. PP., Magistrato alle Acque, Venezia.

CURIEL D., RISMONDO A., BERNSTEIN G., MARZOCCHI M. (1994) - Proliferazione macroalgale in Laguna di Venezia: 1991-1994. *SITE, Atti*, **16**: 631-633.

DWORSCHAK P. C. (1987) - The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea) II. Environments and zonation. *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.*, **8** (4): 337-358.

SCARTON F., CURIEL D., RISMONDO A. (1995) - Aspetti della dinamica temporale di praterie a fanerogame marine in Laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sci. Nat.*, **20**: 95-102.

SUCHANEK T. H. (1983) - Control seagrass communities and sediment distribution by *Callianassa* (Crustacea, Thalassinidea) bioturbation. *J. Mar. Res.*, **41**: 281-298.

TAGLIAPIETRA D. (1990) - Distribution of *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792) burrows on a tidal flat of Venice Lagoon (Italy) (Decapoda: Thalassinidae). *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, **15**: 131-143.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 172-181

A. ABELLA, R. AUTERI, R. BAINO, A. LAZZERETTI, P. RIGHINI, F. SERENA, R. SILVESTRI, A. VOLIANI, A. ZUCCHI

Consorzio Regionale di Idrobiologia e Pesca, Via dell'Ambrogiana 2 - 57100 Livorno, Italia.

RECLUTAMENTO DI FORME GIOVANILI NELLA FASCIA COSTIERA TOSCANA

JUVENILES RECRUITMENT ALONG THE TUSCANIAN COASTAL AREA

Abstract

Data regarding the presence of juveniles in the coastal area are analized. These data generally refers to individuals still not recruited to the fishery. Biological informations related to the size structure of individuals and their spatial distribution are given as well as periods and frequency of their occurrency in the catch. Samples were collected along 12 years with several techniques (traditional italian trawl with cover at the codend, a special purse-seine, a small-meshed trawl, beach seine, etc.). The studied area boundaries are the Magra river towards North, the Elba island towards South and the 50 m bathymetric limit.

Key-words: Recruitment, Coastal Zone, Tyrrhenian Sea.

Introduzione

La conoscenza delle prime fasi della vita di molte specie ittiche che precedono il loro sfruttamento commerciale riveste una grande importanza. Durante queste fasi, i fattori esterni (biotici ed abiotici) giocano un ruolo molto importante e determinano marcate fluttuazioni nei tassi di sopravvivenza e di crescita. La buona riuscita delle future attività di pesca, mirate agli individui che nel frattempo sono diventati vulnerabili all'attrezzo in uso, dipenderà dal "successo" delle prime fasi della vita e in particolare di quella relativa al reclutamento all'area. Questa fase di "pre-reclutamento" alla pesca è spesso poco conosciuta. Il suo rapporto con il resto della popolazione della specie, in particolare con la frazione adulta della stessa (relazione stock/reclutamento) è di enorme utilità per la comprensione e la gestione delle attività di pesca.

L'elevata pressione di pesca in molte aree mediterranee ha causato il progressivo depauperamento di molti fondali tradizionali; in particolare le flotte commerciali tendono ad avvicinarsi verso la costa soprattutto nei periodi in cui si concentrano le forme giovanili (ad es. la triglia di fango nel periodo tardo estivo). Questa strategia in genere è stata incoraggiata anche dall'alta richiesta di mercato e dalle buone rese orarie e, in un certo senso, favorita da una non attenta sorveglianza all'interno della fascia protetta delle 3 miglie. Tale situazione, oltre ad innescare conflitti tra le diverse categorie di pescatori, si è rivelata pericolosa per l'integrità dello stock di alcune risorse ittiche. Il prelievo eccessivo di individui ancora troppo piccoli implica una inevitabile diminuzione della vita media della popolazione e della taglia media nel catturato, in genere provoca una riduzione nelle rese e nell'entità dello stock riproduttore. Il massiccio prelievo di individui giovani potrebbe avere anche conseguenze negative sulle caratteristiche e sull'efficienza delle reti trofiche (Garcia e Demetropoulos, 1986).

Questo lavoro vuole contribuire alla conoscenza non solo di alcuni aspetti inerenti la presenza delle pre-reclute all'interno della fascia costiera, ma anche delle interazioni che possono esistere fra le modalità di sfruttamento delle risorse e questa delicata fase di sviluppo di varie specie.

Materiali e metodi

L'area di studio si estende a nord fino alla foce del Fiume Magra e a sud fino al promontorio di Piombino e è delimitata esternamente dalla batimetrica di 50 m. Gran parte dei dati utilizzati nel presente lavoro provengono da una ricerca finalizzata alla gestione della pesca di *Aphia minuta* svolta negli anni 1994-1995. La ricerca, caratterizzata da un disegno di campionamento sistematico a transetti con cadenza mensile, è stata condotta nel tratto di mare antistante la costa viareggina. La rete utilizzata è stata una tartana modificata, con maglie al sacco di 3 mm, specifica per la cattura del rossetto. Tale strumento ha permesso di pescare anche numerose forme giovanili di altri organismi ittici. A sud di Livorno, come campionatore nella ricerca sulla stessa risorsa, è stata invece utilizzata la "sciabichella" con maglia al sacco di uguali dimensioni. Questa strategia di pesca prevede l'utilizzo di una particolare rete di piccole dimensioni ed alta apertura verticale. Una volta individuato un banco, verosimilmente della specie bersaglio, la rete viene calata intorno allo stesso e successivamente recuperata senza strascicare.

Altre utili indicazioni provengono da studi precedenti quali "Presupposti bio-ecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa" realizzati nel periodo 1982-83 (Froglia, 1984) e (dal 1985 ad oggi) dalle campagne nazionali di "trawl-surveys" che utilizzano la tartana italiana talvolta con l'aggiunta di un coprisacco (Relini, 1985). Ulteriori informazioni sono state raccolte da uno studio sulla risalita del novellame (cefali, spigole, saraghi, ecc.). In questo caso l'indagine non oltrepassava i 50 cm di profondità e l'attrezzo di prelievo consisteva in una trattina con maglie di 3 mm di apertura (Auteri *et al.*, 1985).

E' importante sottolineare che le metodologie seguite non permettono di determinare con esattezza il momento preciso del reclutamento all'area; in ogni caso le informazioni fornite si riferiscono a individui recentemente reclutati all'area di pesca e generalmente in fasi che precedono il loro reclutamento agli attrezzi da pesca più comunemente utilizzati.

Risultati

Sono riportati di seguito i principali risultati ottenuti per le specie prese in considerazione. L'ordine di citazione segue una sequenza cronologica in relazione ai momenti della prima consistente comparsa nel pescato di ciascuna delle specie, indipendentemente dal gruppo tassonomico di appartenenza.

La boga (*Boops boops*) è stata catturata prevalentemente mediante le pescate sperimentali con la sciabica; i più piccoli individui catturati (circa 3 cm) sono apparsi nel campionamento di dicembre, anche se il reclutamento più abbondante è stato osservato in gennaio-febbraio, con taglie di poco superiori. E' stato osservato, per i giovani di questa specie, un comportamento marcatamente gregario, con formazione di banchi che, per forma e comportamento, appaiono simili a quelli del rossetto.

Tra i selaci l'unica specie che è presente costantemente nelle catture accessorie della pesca del rossetto è la razza stellata (*Raja asterias*). Come è noto la strategia riproduttiva degli Elasmobranchi prevede soluzioni più conservative rispetto a quelle dei pesci ossei e per la maggior parte delle specie difficilmente vengono osservati grossi raggruppamenti sui fondi strascicabili. Un modesto reclutamento di questa specie è stato comunque registrato nel mese di febbraio; gli esemplari raccolti mediamente presentavano LT = 10 cm, ma già nel mese precedente erano stati trovati individui di 8-9 cm, in pratica riferibili ad esemplari appena schiusi; del resto per molti dei selaci sfruttati commercialmente, il momento del reclutamento al fondo può essere fatto coincidere o quasi con il reclutamento alla pesca.

Le catture di *Eledone moschata* sono risultate sempre piuttosto modeste; le limitate informazioni sul reclutamento che possono essere ottenute sembrano confermare quanto ipotizzato nel modello di ciclo vitale proposto da Mangold (1963). Il reclutamento ha inizio in dicembre con individui di 1 cm LM e presenta un massimo a marzo (LM = 3 cm). Alcuni sporadici individui, sempre di 3 cm di lunghezza, sono stati raccolti anche in agosto-settembre.

Le catture di *Trigla lucerna*, talvolta abbondanti, sono state ottenute soprattutto durante le campagne di pesca a strascico per il rossetto, nella parte settentrionale dell'area di indagine. Le prime reclute (LT = 5 cm) si concentrano a bassa profondità, tra 5 e 15 metri, e sono state osservate in febbraio; a maggio si è avuto il massimo delle presenze con classe modale intorno a 8 cm. Nella fase successiva al reclutamento si è notata una marcata dispersione della popolazione verso il largo.

La sardina (*Sardina pilchardus*), pur essendo una specie pelagica, viene spesso catturata anche con reti che strascicano sul fondo. Il comportamento di questa specie determina però rendimenti scarsamente omogenei e i risultati variano a seconda che i banchi siano più o meno sollevati dal fondo. La pesca del "bianchetto" non è permessa nell'area di studio e perciò l'informazione raccolta durante le campagne con rete a strascico per la pesca del rossetto è risultata di grande interesse. La sardina compare abbondante nelle catture in aprile, con esemplari di circa 3 centimetri, ancora con la livrea trasparente; il reclutamento prosegue poi anche nei mesi successivi, fino quasi all'estate, mentre la lunghezza media della nuova generazione tende ad aumentare e gli esemplari assumono la livrea argentata caratteristica degli adulti.

Il periodo di reclutamento del calamaro (*Loligo vulgaris*) è abbastanza lungo: ha inizio ad aprile-maggio e prosegue fino a settembre-ottobre, ma non è raro trovare nel pescato esemplari appena reclutati anche successivamente. Le maggiori catture sono state però ottenute tra maggio e luglio con individui di LM intorno a 3 cm. Questa coorte principale raggiunge 6 cm ad agosto e 7 cm a settembre. Da notare che la maggior parte delle catture di queste forme giovanili sono avvenute in prossimità della batimetrica dei 10 m; gli individui più grandi tendono a vivere a maggiori profondità avvicinandosi alla costa solo per la riproduzione.

Le catture di *Aspitrigla obscura* con le tecniche di pesca utilizzate non sono mai risultate particolarmente abbondanti. Un numero consistente di esemplari di dimensioni ridotte è stato campionato durante le campagne per la pesca del rossetto; si trattava di individui giovanili di taglia intorno a 5-6 centimetri ad aprile-maggio e di 9 cm a giugno.

Il periodo riproduttivo della seppia (*Sepia officinalis*) è essenzialmente primaverile e l'apparizione delle prime reclute è avvenuto a maggio ed ha raggiunto il suo massimo a luglio, con una piccola coda ad agosto. In luglio la maggior

parte delle reclute hanno lunghezza del mantello (LM) inferiore ad un centimetro; ad agosto la LM prevalente è 2 cm ed a settembre 4 cm.

Le catture di *Mullus surmuletus* sono sempre risultate piuttosto scarse durante i campionamenti effettuati. E' però interessante notare alcuni modesti fenomeni di reclutamento che sono stati osservati nel periodo estivo, soprattutto nel mese di luglio, con esemplari di taglia compresa tra 5 e 10 centimetri, sia nella parte settentrionale sia in quella meridionale dell'area di indagine. Appare evidente come il periodo di reclutamento della triglia di scoglio sia anticipato di almeno un mese rispetto a quello della triglia di fango, indicando verosimilmente anche un corrispondente sfasamento dei fenomeni riproduttivi. Per *M. surmuletus* è possibile seguire l'accrescimento e la dispersione verso il largo nei mesi successivi al reclutamento.

Le indicazioni relative al reclutamento di *Mullus barbatus* sono derivate da numerosi campionamenti eseguiti con diversi strumenti ed anche in diverse aree costiere: a nord, sui fondali prevalentemente fangosi del litorale versiliese, e a sud, sui fondi sabbiosi della costa tra Cecina e Piombino. Al variare degli strumenti di cattura e delle aree di prelievo i risultati hanno fornito indicazioni simili. Le catture della triglia di fango sono state molto abbondanti per tutto il periodo del reclutamento estivo, con un massimo nel mese di settembre, ma la presenza di questa specie nei campioni ha continuato ad essere di un certo rilievo anche nei mesi autunnali. Tra luglio e settembre le catture sono state effettuate in massima parte entro la batimetrica di 15 metri; in agosto la classe modale di taglia è risultata di 5-6 cm, anche se la curva delle frequenze presenta una evidente coda verso destra a causa del diverso accrescimento individuale tra i due sessi. Le abbondanti catture conseguite nei mesi autunnali hanno consentito di osservare il rapido accrescimento individuale della specie per entrambi i sessi ed anche la lenta dispersione verso il largo dalle aree di "nursery" costiere.

Il pagello (*Pagellus erythrinus*) è diffuso lungo tutta la fascia costiera toscana e intensi fenomeni di reclutamento sono stati rilevati nell'area di indagine. La specie inizia ad essere presente nei campioni nel mese di giugno, con una classe modale di 3 cm che tenderà a spostarsi in luglio a 5-6 cm fino a 9-10 cm in settembre-ottobre. Il reclutamento continua comunque per tutto il periodo estivo.

La suacia (*Arnoglossus laterna*) è comunemente rinvenibile su fondali fangosi e sabbio-fangosi della fascia costiera e della platea continentale e le catture sono più abbondanti nella stagione estiva. La riproduzione di questo botide avviene nei mesi tardo-primaverili ed estivi; nella fascia costiera sono stati catturati, con lo strascicò per rossetto, esemplari giovanili nei mesi estivi con mode comprese tra 3 e 6 cm di L.T.

Alosa fallax è stata spesso campionata nella parte più settentrionale della fascia costiera toscana; la presenza dell'alosa (o cheppia) è infatti da mettere in relazione con le foci dei fiumi Magra, Serchio e Arno, corsi d'acqua che sono da ritenere di un certo interesse in relazione alla risalita di questa specie durante il periodo riproduttivo. Un discreto numero di giovani di lunghezza totale intorno a 8-9 centimetri è stato campionato in settembre. Essi sono probabilmente il frutto di riproduzioni avvenute nella primavera precedente in alcuni dei fiumi già menzionati.

Il ghiozzo nero (*Gobius niger*) è comunemente catturato in acque costiere su fondi fangosi e sabbiosi. Le catture più abbondanti della specie sono state ottenute nei mesi primaverili, tardo-estivi ed autunnali. La riproduzione in Mediterraneo

avviene da marzo a maggio; esemplari giovanili di questa specie sono stati pescati nella fascia costiera, con attrezzi diversi, nei mesi compresi tra luglio e novembre, con mode comprese tra 4 e 5 cm di L.T.

L'acciuga (*Engraulis encrasicolus*) presenta abitudini simili alla sardina e possono quindi essere valide alcune delle considerazioni già fatte a proposito di questa specie. In questo caso però le catture di novellame ottenute con lo strascico per il rossetto nei mesi di settembre e ottobre sono risultate mediamente molto più abbondanti. La taglia degli individui appena reclutati è risultata compresa tra 2 e 4 centimetri, i più grandi dei quali attraversavano la fase di transizione dalla livrea trasparente a quella argentata caratteristica degli adulti.

La mazzancolla (*Penaeus kerathurus*) è rinvenibile sui fondi costieri sabbiosi e fango-sabbiosi. La riproduzione di questo peneide avviene in estate-autunno; solo pochi esemplari giovanili di 16 mm di L.C. sono stati catturati nel mese di ottobre, mentre nei mesi di novembre e dicembre sono stati catturati esemplari giovanili di 20-21 mm di L.C. Catture più abbondanti sono state ottenute nel mese di febbraio (moda intorno a 25 mm di L.C.).

Lo stomatopode *Squilla mantis,* di abitudini fossorie e notturne, è molto più diffuso nella zona settentrionale dell'area di studio, caratterizzata da fondali fangosi anche a bassa profondità. La riproduzione avviene da maggio a giugno e il periodo larvale si prolunga per circa 2 mesi in un intervallo che va da giugno a novembre (Giesbrecht, 1910). Esemplari giovanili di *S. mantis,* di lunghezza totale compresa tra 3 e 7 cm, sono stati catturati nella fascia costiera durante tutto l'anno ma con maggior frequenza nei mesi autunnali ed invernali. La presenza delle reclute con la stessa taglia durante un periodo molto prolungato suggerisce che la fase riproduttiva della specie possa essere più lunga di quella generalmente indicata.

Aphia minuta è una specie genericamente definita pelagica ma che adotta abitudini demersali nel periodo vicino alla riproduzione. Ha un ciclo vitale di circa un anno. Si è osservato che a circa 12 mm di L.T. inizia una fase semipelagica durante la quale comincia a formare consistenti banchi registrabili con l'ecoscandaglio. A tale taglia non è ancora vulnerabile allo strascico ma comincia ad essere pescata con la sciabica. Tale periodo ha un inizio e una durata variabili, perché fortemente condizionato dai parametri ambientali, comunque collocabile nei mesi autunnali e invernali (Lo Bianco, 1909; Froglia e Gramitto, 1989).

Le catture di *Umbrina cirrosa*, talvolta anche abbondanti, sono state ottenute quasi esclusivamente nella parte settentrionale dell'area di indagine, durante le campagne di pesca a strascico. Le prime catture sono state ottenute in ottobre, con taglie di circa 10 cm. Successivamente la specie ha continuato ad essere presente nel pescato con dimensioni progressivamente maggiori. In febbraio sono nuovamente comparsi nel pescato esemplari giovanili di dimensioni simili a quelle di ottobre, permettendo di formulare l'ipotesi che possano esistere due momenti riproduttivi, in primavera e in estate.

Altre specie presentano un reclutamento che solitamente avviene al di fuori della fascia costiera, ma che talvolta interessa marginalmente anche le acque meno profonde. Sono state infatti raccolte, durante le campagne di pesca, forme giovanili di nasello (*Merluccius merluccius*), caviglione (*Lepidotrigla cavillone*), calamaretto (*Alloteuthis media*), seppietta (*Sepia elegans*). In particolare, per il nasello, un modesto reclutamento costiero è stato rilevato in aprile nella parte più settentrionale dell'area di indagine, con esemplari caratterizzati da una LT pari a circa 3 cm. Il periodo corrisponde a quello in cui è stata verificata una ben più ampia

zona di "nursery" localizzata a nord-est dell'Isola di Gorgona, su fondali di 150-200 m. Il caviglione presenta un'area di distribuzione che interessa marginalmente la fascia costiera. Una zona di concentrazione di giovani di questa specie, con classe modale di 5 centimetri, è stata individuata in giugno, nella fascia batimetrica compresa tra 30 e 50 metri; gli esemplari giovanili hanno mostrato una distribuzione più costiera rispetto agli individui di taglia maggiori. Al contrario il calamaretto è diffuso nella fascia costiera, dove vengono frequentemente campionati esemplari prossimi alla deposizione ed anche nidamenti che testimoniano l'avvenuto evento riproduttivo, ma sono invece poco comuni le catture di esemplari giovanili, molto abbondanti a profondità più elevate. La comparsa nel pescato di forme giovanili di seppietta sono risultate occasionali e distribuite in un periodo abbastanza lungo da dicembre ad aprile.

Discussione e conclusioni

Dall'analisi dei risultati riassunti in Tab. 1 si osserva che nella fascia costiera presa in esame le osservazioni sulle prime presenze di forme giovanili di specie ittiche sono distribuite durante tutto l'anno con una maggiore concentrazione nel periodo estivo che da solo rappresenta quasi il 50% dei picchi di presenza delle specie considerate. In genere si evidenzia un trend positivo della taglia media dei giovani individui con l'aumento della profondità (es. triglia, ombrina, mazzancolla, gallinella, ecc.). Talvolta il reclutamento al fondo avviene in acque molto basse, spesso prossime alle zone di foce di importanti corsi d'acqua, come nel caso della gallinella e dell'ombrina in prossimità degli estuari di Arno, Serchio e Magra.

Si è osservato una apparente dipendenza fra la presenza delle diverse specie e le caratteristiche sedimentologiche e biocenotiche presenti. Infatti l'area scelta per questo studio non è omogenea e ciò può spiegare, almeno in parte, le variabilità riscontrate nei campionamenti. A nord di Livorno, fino all'Isola del Tino, sono presenti le foci di numerosi corsi d'acqua, quasi completamente assenti a sud. Tali condizioni idrologiche influenzano decisamente la sedimentologia dei fondali prospicienti le coste e conseguentemente i popolamenti marini sia in termini qualitativi, sia in termini di produttività. A nord i fondali sono essenzialmente argillosi, mentre a sud delle "Secche" si presentano fondamentalmente sabbiosi (Ferretti *et al.*, 1995).

Riguardo le caratteristiche bionomiche, la differenza principale è la presenza nella zona sùd di praterie di fanerogame marine (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*) quasi assenti al nord. In particolare nella zona tra Viareggio e la foce dell'Arno, sono presenti nello stesso intervallo batimetrico biocenosi legate ai Fanghi Terrigeni Costieri con facies a forme pivotanti (Bianchi *et al.*, 1995).

La eterogenea qualità delle informazioni disponibili, dovuta ai diversi attrezzi campionatori impiegati, non ha sempre permesso di correlare, con significatività statistica, le caratteristiche fisiche e biologiche dell'area con la variabilità specifica e la consistenza in biomassa. Tuttavia si può constatare che la zona settentrionale dell'area, probabilmente per la sua maggior ricchezza di nutrienti, per la maggior disponibilità di alimento idoneo e per la caratteristica granulometria del fondo, sia preferita dalle forme giovanili di numerose specie. Forme bentoniche come *Arnoglossus laterna, Raja asterias, Umbrina cirrosa, Squilla mantis, Gobius niger, Trigla lucerna*, sono decisamente più frequenti in tale area. *Mullus surmuletus*

Tab. 1 - Calendario delle prime comparse nel pescato delle forme giovanili.

First occurrences of juvenile individuals in coastal fishing catches.

specie	attrezzo	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	mis.min.
Boops boops	sc.	3	4										3	2
Raja asterias	s.r	9	10		14	15		19	20					8
Eledone moschata	s.r			3		5		6		3	7		1	2
Trigla lucerna	s.r t.t		5	6	6	8	9	12	16	16	18	20		3
Sardina pilchardus	s.r				3		5			7				3
Pagellus acarne	t.t.					7		11						5
Citharus liguatula	t.t.					8		9		12				6
Loligo vulgaris	s.r t.t						3	4	6	7				2
Aspitrigla obscura	s.r t.t						9		13					5
Sepia officinalis	s.r t.t						1	1	2	4				0,5
Mullus surmuletus	s.r t.t						6	7	8	11				5
Pagellus erythrinus	s.r t.t						3	5	7	9	10			2
Pagellus bogaraveo	t.t.								6		11		13	5
Mullus barbatus	s.r t.t								6	9				3
Trachinus draco	t.t.								10					9
Arnoglossus laterna	s.r							4		4				2
Alosa fallax	s.r									8				6
Gobius niger	s.r							4	5			5		3
Engraulis encrasicolus	s.r									3	3			2
Penaeus kerathurus	s.r		25								14		21	13
Squilla mantis	s.r t.t					5	6	9		6		5		3
Aphia minuta	sc.										2			1
Umbrina cirrosa	s.r		12	13						10			14	8

intensità del reclutamento: scarso; medio; abbondante

taglia media delle reclute: n — cm LT (pesci, stomatopodi); cm LM (cefalopodi); mm LC (peneidi)

mis.min.: taglia più piccola rinvenuta

attrezzi di pesca: s.r.=strascico per rossetto; sc.=sciabica per rossetto; t.t.=tartana tradizionale

e *Pagellus erythrinus* sembrano più frequenti nella zona meridionale in prossimità delle praterie di Posidonia e dei fondi sabbiosi.

Il maggior impatto (tradotto in mortalità aggiunta) sulle prereclute di specie costiere di alto interesse commerciale è dovuto alla pesca illegale entro le 3 miglia, spesso praticata con maglie del sacco di dimensioni inferiori a quelle regolamentari. A tale proposito si possono verificare due condizioni: a) la pesca è mirata ai giovani (triglia di fango); b) i giovani fanno parte del "by-catch" e sistematicamente sono rigettati in mare ormai morti (pagello, gallinella, ecc.). Indirettamente anche la pesca legale può arrecare danno nel momento in cui le maglie del sacco rimangono occluse dalla presenza di enormi quantità di organismi bentonici e sporco vario (ad esempio alghe o frammenti di posidonia), impedendo anche ai più piccoli individui di fuoriuscire dalla rete. Inoltre va considerata l'azione della rete a strascico per il rossetto la quale, dotata di maglia molto piccola (3 mm), cattura praticamente tutto ciò che è reclutato al fondo. Quest'ultimo tipo di pesca ha però carattere stagionale, concentrandosi nei mesi invernali dove l'entità del fenomeno reclutamento è di minore importanza. Non ultime sono da considerare tutte le fonti di inquinamento che presentano un impatto ambientale particolarmente negativo sui popolamenti bentonici e pelagici del litorale costiero e conseguentemente sulle risorse alieutiche.

Nel tentativo di ridurre le strategie di pesca dannose, o almeno di diminuire il loro impatto, sono state intraprese in diverse aree mediterranee alcune misure gestionali (fermo temporaneo o aree interdette alla pesca). Molte di queste misure hanno avuto ampio successo come ad esempio a Cipro (Garcia e Demetropoulos, 1986) dove si è avuto un aumento delle rese.

Un metodo valido che può contribuire alla diminuzione della mortalità indesiderata delle forme giovanili è la riconversione dei "mestieri". Ad esempio il rossetto è pescato in Toscana oltre che con lo strascico anche con la sciabichella la quale, pur avendo le maglie del sacco ugualmente piccole, risulta un attrezzo molto selettivo. Questa ultima strategia di pesca, per la quale è necessaria l'individuazione e l'identificazione dei banchi di *Aphia minuta,* potrebbe essere adottata anche dai pescatori che attualmente usano lo strascico.

Le scelte gestionali che possono incidere sulle forme giovanili che frequentano i fondali della fascia costiera non sono sicuramente facili dato il carattere multispecifico e multiattrezzo delle attività di prelievo. Ma da quello che emerge dal calendario del reclutamento possiamo affermare che ad esempio un "fermo biologico" applicato nel periodo settembre-ottobre tende a salvaguardare una fase importante di tante risorse in quanto esse si rendono disponibili alla pesca dopo il periodo di reclutamento estivo, essendosi diffuse verso il largo dalla fascia protetta delle tre miglia. In questo modo verrebbe a diminuire sia il prelievo mirato sulle specie le cui forme giovanili hanno un elevato valore commerciale (come ad esempio la triglia), sia l'impatto della pesca incidentale sugli esemplari appena reclutati che solitamente vengono scartati (come ad esempio il pagello).

Summary

The goal of this study is the best knowledge of the early life phases of commercially exploited species. The attention is pointed to the species that recruit to the ground near shore.

A rough estimate of the entity of recruitment for each species is given as well as informations regarding its dynamics (in time, space, size of recruitment, etc.).

The studied area is the northern portion of the Tuscanian Archipelago limited by the Magra river towards North, the Elba island towards South and the bathimetry of 50 meters.

Data mainly arise from a study on *Aphia minuta* performed in the years 1994-1995. Monthly surveys were carried out all along the year using a modified bottom trawl italian net ("tartana") with a 3 mm mesh-size at the cod end. Other data come from samples collected on board commercial fishing vessels that utilize the so-called "sciabichella" (a special gear suitable for the catch of small pelagic fish) with the same mesh size as the "tartana". Finally, data from the several groundfish trawl-surveys performed along the years 1985-1995 are also utilized. In this case, a traditional italian bottom trawl net, sometimes with a small-meshed cover at the cod end, was employed.

The big amount of data proceeding from the above mentioned surveys allow to construct a sort of time-table that put in evidence, for each species, the recruitment period thanks to the finding in the catch of individuals of each single species in early phases of life. These individuals are still not vulnerable to the commercial gears commonly in use.

According to our findings the recruitment fenomenum is seasonally more or less intense; it is observed to occur for a few number of species during autumn (*Squilla mantis*, *Penaeus kerathurus*, *Engraulis encrasicolus*) and also during winter (*Umbrina cirrosa*, *Raja asterias*, *Boops boops*, *Eledone moschata*), while is more intense in spring (*Trigla lucerna*, *Aspitrigla obscura*, *Pagellus acarne*, *Citharus linguatula*, *Sardina pilchardus*, *Loligo vulgaris*) and particularly in summer (*Mullus barbatus*, *M. surmuletus*, *Pagellus erythrinus*, *P. bogaraveo*, *Trachinus draco*, *Gobius niger*, *Alosa fallax*, *Arnoglossus laterna*, *Sepia officinalis*). For each area, it is also observed a close correspondence between the more frequent species found and the bottom characteristics. In the northern portion of the studied area, where silting processes are very important due to the presence of several river mouths, muddy bottoms are common and, in certain periods, juveniles of *Umbrina cirrosa*, *Trigla lucerna*, *Gobius niger*, *Raja asterias*, *Alosa fallax*, *Penaeus kerathurus* e *Squilla mantis* are very frequent. Towards the South, in the areas where sandy bottoms predominate and Phanerogames prairies are more frequent, in some periods of the year, juveniles of *Mullus surmuletus*, *Pagellus erythrinus*, *P. acarne*, *P. bogaraveo*, *Citharus linguatula* e *Trachinus draco* are very common.

A dispersion of the very dense concentrations of new recruits from the nursery areas positioned near shore to deeper waters is documented for *Trigla lucerna*, *Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *P. bogaraveo* and *Umbrina cirrosa*.

Some considerations regarding the capture of juveniles by the commercial fleets can be done. In fact, regarding the fishing fleet strategies, two different situations have been detected: in some cases, young individuals of some species (red mullet, anchovy and sardine) can be the target of the fishery; in some others, the catch of juveniles is incidental and constitutes only a fishery's by-product (pandora, gurnard, ray, etc.). For both situations, in order to avoid an excessive fishing mortality for these early stages of life, a fishing ban during september-october could be of benefit. This choice can be justified by the fact that in this period, after the massive recruitment inside the coastal area, the young individuals disperse beyond the protected 3 miles coastal stripe and become extremely vulnerable to fishing.

Bibliografia

AUTERI R., PIRAS A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., REALE B. (1985) - Osservazioni sulla risalita di alcune specie di novellame lungo la costa tirrenica da San Vincenzo a Bocca d'Arno. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, **6**: 53-76.

BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C. (1995) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie* - Serie A Suppl., **102**: 255-270.

FERRETTI O., IMMORDINO F., MANFREDI FRATTARELLI F. (1985) - Cartografia sedimentologica dei mari toscani. Criteri, possibilità, finalità. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie* - Serie A Suppl., **102**: 241-254.

FROGLIA C. (1984) - Presupposti bioecologici e tecnici per una nuova regolamentazione della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa. Rapporto finale al Ministero della Marina Mercantile, Direzione Generale Pesca Marittima: 104 pp.

FROGLIA C., GRAMITTO M.E. (1989) - La pesca del rossetto (*Aphia minuta*) nel medio Adriatico. *Nova Thalassia*, **10** (1): 447-455.

GARCIA S., DEMETROPOULOS A. (1986) - Management of Cyprus fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **250**: 40 pp.

GIESBRECHT W. (1910) - Stomatopoden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monografia, **33**: 239 pp.

LO BIANCO S. (1909) - Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Stat. Neapel*, **19** (4): 513-761.

MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des cefalopodes Bentiques et Nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, Suppl., **13**: 285 pp.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine for the demersal resources survey in the area 37/3. *FAO Fish. Rep.*, **336**: 119-123.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 182-187

R. AMBROGI, P. FONTANA, I. SALA*

ENEL SpA Centro Ricerca Ambiente e Materiali, Via Rubattino, 54 20134 Milano, Italia.
*Bioeco - Milano, Italia.

RECLUTAMENTO DI *CHAMELEA GALLINA* (L.) IN UN'AREA ANTISTANTE IL DELTA DEL PO IN RELAZIONE AL MACROBENTHOS

RECRUITMENT OF *CHAMELEA GALLINA* (L.) IN THE AREA FACING THE PO RIVER DELTA IN RELATION TO MACROBENTHOS

Abstract

Clams are actively harvested along the western coast of the Adriatic Sea, but little is known about recruitment. A double peak of recruitment has been found for Chamelea gallina *(Mollusca, Bivalvia), in periods later than the two dominant species of filter feeders in the area facing the Po river delta.*

Key-words: macrobenthos, *Chamelea gallina*, Po river delta, recruitment, population dynamics.

Introduzione

La pesca della vongola, soprattutto in Adriatico, rappresenta un'importante risorsa biologica che è oggetto di sfruttamento da parte di una flotta specializzata di turbosoffianti (Froglia, 1988).

Per la sua importanza economica sono state condotte, dai laboratori di biologia marina dell'Adriatico, numerose campagne di monitoraggio degli stocks. Dato il sistema di prelievo, che si avvale degli attrezzi professionali, vengono catturati individui di taglia superiore a 5 mm di lunghezza della conchiglia, e i dati raccolti non risultano quindi facilmente utilizzabili per una stima del reclutamento e dell'accrescimento delle prime fasi di sviluppo bentonico di questa specie.

Nel corso di indagini sul macrobenthos nella zona del Delta padano in prossimità della Centrale Termoelettrica di Porto Tolle, abbiamo raccolto alcune informazioni che possono risultare utili per interpretare le fasi di reclutamento ed i rapporti tra *Chamelea gallina* (L.) e le due specie di filtratori dominanti nella comunità: il Bivalve *Spisula subtruncata* (Da Costa) ed il Polichete *Owenia fusiformis* Delle Chiaje.

Materiali e metodi

Nella zona di mare antistante il Delta del fiume Po sono state realizzate 8 campagne di campionamento di macrobenthos dalla primavera 1993 alla primavera 1994.

I prelievi, eseguiti con una benna Van Veen di 0,1 m^2 di superficie, sono stati effettuati alle profondità di 5 e 8 metri lungo tre transetti.

Sono state raccolte generalmente 6 repliche ad ogni batimetria ad eccezione dei mesi di settembre 1993, ottobre 1993 e maggio 1994 in cui si sono effettuate 9 bennate.

Il materiale prelevato è stato setacciato ad 1 mm di maglia ed in laboratorio è stata misurata, mediante un pacchetto software per l'analisi delle immagini (Optimas

versione 4.02) la lunghezza massima della conchiglia di tutti gli individui dei bivalvi *C. gallina* e *S. subtruncata,* ripresi mediante una telecamera con un obbiettivo macro.

Nel caso del Polichete *O. fusiformis*, a causa dell'elevato numero di individui rotti, è stato misurato il diametro del corpo a livello del primo toro uncinigero, utilizzando la telecamera montata su un binoculare, collegata ad un monitor (Fontana e Ambrogi, 1991).

E' stata successivamente esaminata la distribuzione delle taglie ed è stata stimata la biomassa degli individui giovani e di quelli adulti per ciascuna data, espressa come peso secco senza ceneri (Crisp, 1984). Gli individui di *C. gallina e S. subtruncata* utilizzati per la biomassa sono stati preventivamente decalcificati utilizzando una soluzione decinormale di acido cloridrico.

Risultati

C.gallina è presente nel periodo considerato alle batimetriche di 5 e 8 metri con percentuali che, rispetto all'abbondanza totale del macrobenthos, oscillano dall'1 al 7%; nella maggior parte dei casi la specie è rappresentata da individui di piccola taglia.

Le specie dominanti ad entrambe le profondità sono *O. fusiformis* (min.45%-max.66%), *P.caspersi* (min.6%-max.31%) e *S.subtruncata* (min.2%-max.18%). Si tratta di una tipica Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate secondo la classificazione di Pérès e Picard (1964), la cui dinamica temporale è stata descritta per questa zona da Ambrogi *et al.* (1994a).

L'analisi degli istogrammi di taglia per *C.gallina* (Fig.1) mostra la presenza di individui di recente insediamento in tutte le date di campionamento ad entrambe le profondità, con due picchi rispettivamente nei mesi di agosto e ottobre.

La distribuzione di taglia delle altre due specie considerate, *S.subtruncata* e *O.fusiformis* (non riportata) ha consentito di distinguere gli individui di recente insediamento per confrontare il periodo di reclutamento delle tre specie nella comunità. Nonostante la scarsa presenza di individui giovanili di *S.subtruncata,* si conferma che il periodo di reclutamento di questa specie è localizzato all'inizio dell'estate (Ambrogi e Occhipinti Ambrogi, 1987), mentre per *O. fusiformis,* pur mancando i dati di alcuni prelievi, si può ritenere, in analogia con quanto descritto da Ambrogi *et al.* (1994b) che il periodo di reclutamento sia antecedente al prelievo di luglio e che la classe di età corrispondente continui l'accrescimento durante il periodo estivo.

Se si analizzano i dati relativi alla biomassa delle singole specie, distinguendo la classe dei giovani (intendendo gli individui insediati nell'anno) dalle altre classi di età (Tab. 1), si può osservare che *C. gallina* è presente soprattutto con forme giovanili e quindi con biomasse modeste. *S.subtruncata* mostra una biomassa decisamente superiore, data la prevalenza di individui adulti, mentre *O. fusiformis* ha generalmente una equiripartizione tra individui di nuovo insediamento e coorti più vecchie, sia in termini di abbondanza che di biomassa.

Discussione

Il reclutamento di *C. gallina* è stato descritto nel Mediterraneo sulla base di osservazioni sulle taglie (Massé e Guérin, 1978; Bodoy, 1983) e sugli anelli di accrescimento (Ramon e Richardson, 1992), sulla presenza delle larve (Guérin

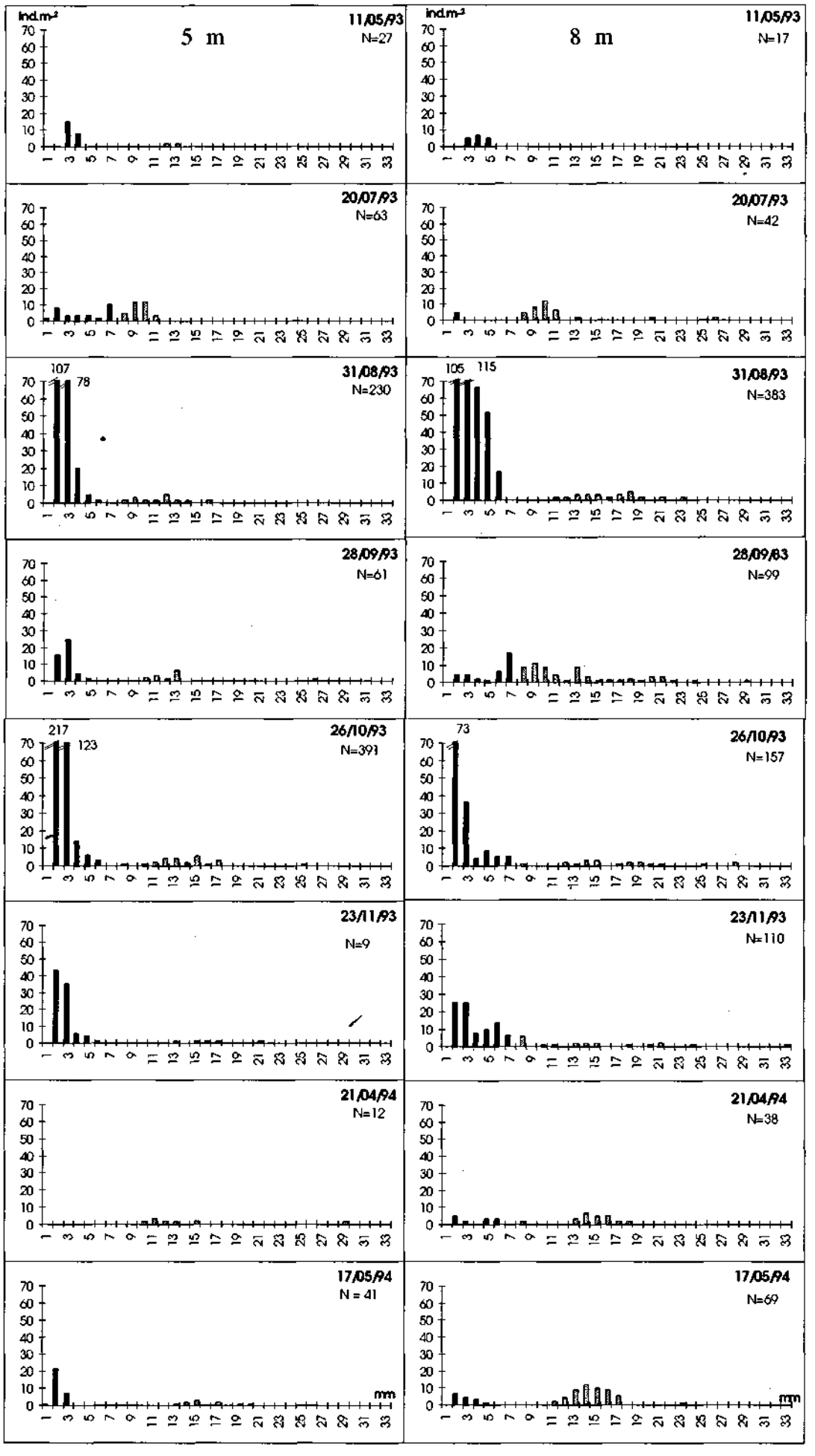


Fig. 1 - Istogrammi di taglia di *C. gallina* (ind. m-²) a 5 e 8 metri. Le barre nere indicano gli individui giovani, quelle grigie gli individui adulti. N = numero di individui misurati.

Size-frequency histograms of *C.gallina* (N/m-²) at 5 and 8 m. The black bars indicate the young individuals and the grey bars indicate the adults. N = number of individuals measured.

Chamelea gallina

5 metri

		11/05/93	20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93	23/11/93	21/04/94	17/05/94
giovani	ind.m^{-2}	23	31	212	46	364	90	0	41
	g m^{-2}	0.002	0.006	0.007	0.005	0.024	0.006	0	0.007
adulti	ind.m^{-2}	4	32	18	14	26	5	13	11
	g m^{-2}	0.04	0.06	0.12	0.20	0.34	0.14	0.42	0.28

8 metri

		11/05/93	20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93	23/11/93	21/04/94	17/05/94
giovani	ind.m^{-2}	17	5	355	36	134	89	13	16
	g m^{-2}	0.003	0.00001	0.030	0.035	0.022	0.024	0.004	0.001
adulti	ind.m^{-2}	0	37	28	63	22	21	25	53
	g m^{-2}	0	0.09	0.06	0.93	0.58	0.47	0.45	0.96

Spisula subtruncata

5 metri

			20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93	23/11/93	21/04/94	17/05/94	14/06/94
giovani	ind.m^{-2}		66	0	0	0	0	0	0	61
	g m^{-2}		0.046	0	0	0	0	0	0	0.004
adulti	ind.m^{-2}		1088	456	479	134	144	213	174	55
	g m^{-2}		5.2	4.5	6.8	2.5	3.3	5.6	4.9	2.1

8 metri

			20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93	23/11/93	21/04/94	17/05/94	16/06/94
giovani	ind.m^{-2}		86	7	2	0	0	0	0	44
	g m^{-2}		0.087	0.006	0.003	0	0	0	0	0.004
adulti	ind.m^{-2}		609	353	261	44	61	66	195	82
	g m^{-2}		2.8	5.3	4.3	0.9	1.5	2.0	5.9	2.8

Owenia fusiformis

5 metri

			20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93
giovani	ind.m^{-2}		3161	2391	2847	2962
	g m^{-2}		0.5	2.8	3.3	3.0
adulti	ind.m^{-2}		288	951	1516	825
	g m^{-2}		3.3	2.2	3.9	2.1

8 metri

			20/07/93	31/08/93	28/09/93	26/10/93
giovani	ind.m^{-2}		2313	2157	2531	1314
	g m^{-2}		1.2	1.9	1.8	1.3
adulti	ind.m^{-2}		342	386	531	843
	g m^{-2}		1.9	2.0	3.0	3.4

Tab. 1 - Numero di individui giovani ed adulti (ind. m^{-2}) di *C. gallina*, *S. subtruncata* e *O. fusiformis* e relativa biomassa (g m^{-2}; peso secco senza ceneri) alle profondità di 5 e 8 metri.

Numerical abundance (N/m^{-2}) of young and old individuals and biomass (g m^{-2}; ash-free dry weight) of C. *gallina, S. subtruncata* and *O. fusiformis at* 5 and 8 meter depth.

1973) e sui periodi di emissione dei gameti (Poggiani *et al.*, 1973; Marano *et al.*, 1982). Tali osservazioni concordano nel descrivere due periodi principali di reclutamento, all'inizio dell'estate e dell'autunno. I nostri dati suggeriscono un reclutamento continuo da maggio a novembre con due picchi ben evidenti in agosto e ottobre ad entrambe le profondità.

Questa modalità di reclutamento è sostanzialmente dissimile da quella delle specie dominanti nella stessa comunità, che presentano un periodo principale di reclutamento più breve ed intenso, anticipato alla fine della primavera. Infatti, oltre alle due specie considerate in questo lavoro, anche *P. caspersi* (Ambrogi *et al.* 1993) ha rivelato un periodo di reclutamento tardo primaverile.

Pur tenendo presente che il prelievo con benna potrebbe portare ad una sottostima dell'abbondanza degli individui di maggori dimensioni, come gli adulti di *C.gallina*, i nostri dati suggeriscono che, all'atto del reclutamento, le popolazioni di vongole nella zona considerata possono trovarsi in competizione con popolazioni già accresciutesi di altre specie, dominanti in termini numerici e di biomassa.

Nell'analizzare i dati di struttura di taglia delle popolazioni di *C. gallina* a partire dai prelievi effettuati per la stima degli stocks, è quindi necessario tener presente che le coorti riconosciute possono derivare dal reclutamento avvenuto nello stesso anno, ma in periodi diversi (nel nostro caso i picchi di agosto e ottobre); queste coorti possono aver avuto tassi di accrescimento assai differenti e presentare differenze di taglia notevoli (Froglia com. pers.).

Inoltre, il successo dell'insediamento potrebbe essere influenzato, nelle diverse zone di pesca delle vongole, dalla presenza di altre specie del macrobenthos, che raggiungono il loro massimo sviluppo quantitativo nel periodo tardo estivo ed autunnale.

Summary

The recruitment of *Chamelea gallina* has been investigated in an area facing the Po river delta by means of grab sampling during macrobenthos surveys. Young individuals are present throughout the study period, with two peaks in August and October. The recruitment success may be influenced by the presence of other macrobenthos species, such as the bivalve *Spisula subtruncata* and the polychaete *Owenia fusiformis*, that settle earlier and reach their maximum abundance in numbers and biomass in late summer and early autumn.

Bibliografia

AMBROGI R., FONTANA P., GAMBI M.C. (1994b) - Population dynamics and estimate of secondary production *Owenia fusiformis* delle Chiaje (Polychaeta, Oweniidae) in the coastal area of the Po river Delta (Italy). In *Proceedings of the 26th European Marine Biology Symposium.* Creta, Settembre 1994: 207-214.

AMBROGI R., FONTANA P., RICCOBENE P. (1993) - Population dynamics and secondary production of the Spionid Polychaete *Prionospio caspersi* in front of the Po River Delta. *Vie Milieu,* **43** (2-3): 165-172.

AMBROGI R., FONTANA P., SALA I. (1994a) - Evoluzione a lungo termine del macrobenthos marino di fondo mobile davanti al Delta del Po. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 179-188.

AMBROGI R., OCCHIPINTI AMBROGI A. (1987) - Temporal variations of secondary production of the marine Bivalve *Spisula subtruncata* off the Po River Delta (Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* **25**: 369-379.

CRISP D.J. (1984) - Energy flow measurements. In N.A. Holme e A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos.* IBP Handbook, **16** (second edition): 284-376.

BODOY A. (1983) - Croissance et variations saisonnières de la composition biochimique de *Venus gallina* dans le Golfe de Marseille (Méditerranée occidentale). *Téthys*, **11**: 57-66.

FONTANA P., AMBROGI R. (1991) - Metodi di misura per la dinamica di popolazione di *Owenia fusiformis* Delle Chiaje. *Relazione interna ENEL-CRTN: E4/91/37/MI:* 17 pp.

FROGLIA C. (1988) - Clam fisheries with hydraulic dredges in the Adriatic sea - In: Marine Invertebrate Fisheries - Their assessment and management. Wiley Interscience, J.F. Caddy (Ed.), New York: 507-524.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982) - Riproduzione e crescita di *Chamelea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.) (Bivalvia: Veneridae) nel Basso Adriatico. *Mem. Biol. Ocean.*, **12** (2): 93-110

MASSÉ H., GUERIN J.P. (1978) - Etude expérimentale sur le recrutement des espèces de la macrofaune benthique des substrats meubles. 2. Données sur le cycle biologique des Polychètes et des Bivalves. *Téthys*, **8** (3): 283-294

PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **31** (47): 137 pp.

POGGIANI L., PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G. (1973) - Osservazioni sulla biologia dei molluschi bivalvi *Venus gallina* (L.) e *Tapes aureus* Gmelin nell'Alto Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca, Fano*, **4** (8): 191-209

RAMON M., RICHARDSON C.A. (1992) - Age determination and shell growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the western Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **89**: 15-23.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 188-194

G. Bello, N. Casavola

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli - 70123 Bari, Italia.

LA RELAZIONE FRA FECONDITÀ DEL LOTTO E PESO CORPOREO NELLE FEMMINE DI ALICE, *ENGRAULIS ENCRASICOLUS*, DELL'ADRIATICO MERIDIONALE

RELATIONSHIP BETWEEN BATCH FECUNDITY AND BODY WEIGHT IN FEMALE ANCHOVY, *ENGRAULIS ENCRASICOLUS*, FROM THE SOUTHERN ADRIATIC SEA

Abstract

The correlation between batch fecundity and body weight of the anchovy, Engraulis encrasicolus *(Osteichthyes: Engraulidae), a multispawner fish, was tested by four regression models, i.e. linear, power function, logarithmic and exponential. Residuals were analysed and the coefficients of determination and mean square errors compared with each other respectively. The overall best model to describe the correlation is the power function.*

Key-words: *Engraulis encrasicolus*, Adriatic Sea, fecundity, biometrics, allometry.

Introduzione

La riproduzione dell'alice, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Engraulidae), avviene per deposizione frazionata: ciascuna femmina effettua più emissioni di uova ad intervalli di tempo più o meno regolari, nel corso di una lunga stagione riproduttiva (Nikolsky, 1963). Nella popolazione basso-adriatica di alice l'intervallo fra due atti riproduttivi (intervallo di deposizione) varia fra 5 ed 11 giorni (Casavola *et al.*, 1996a) e la stagione riproduttiva si estende per 5-6 mesi, da aprile ad ottobre.

Ai fini della stima della fecondità totale di ciascuna femmina è indispensabile conoscere il numero di uova emesse ad ogni atto riproduttivo, definito "fecondità del lotto", *F* (*batch fecundity*), mentre lo stesso valore riferito all'unità in peso corporeo è detto fecondità relativa del lotto (numero di oociti idratati per unità di peso corporeo = *F/W*). Hunter e Goldberg (1980) stabilirono che, nel caso dell'acciuga nord-pacifica *Engraulis mordax*, la fecondità del lotto individuale può essere adeguatamente stimata contando gli oociti idratati, cioè quegli oociti che nelle ore immediatamente precedenti l'ovulazione e la deposizione assumono fluidi e si rigonfiano, incrementando di tre o quattro volte il loro volume (questo fenomeno era già stato evidenziato un secolo addietro da Fulton, 1898). Il valore medio complessivo di fecondità del lotto dell'alice basso-adriatica registrata nel luglio 1994 è pari a 11.866 oociti, ovvero ogni femmina ha emesso in media un tal numero di oociti ad ogni deposizione; il valore di fecondità del lotto relativa è stato di 639,0 oociti per grammo di peso corporeo al netto delle gonadi (Casavola, 1997). Naturalmente, la fecondità del lotto è influenzata da diverse variabili, quali le dimensioni individuali e le condizioni ambientali, inclusa la disponibilità di cibo (Hunter e Goldberg, 1980).

Scopo di questo lavoro è la ricerca di un modello empirico adatto a descrivere la relazione esistente fra fecondità del lotto e peso corporeo individuale dell'alice. Questo problema riveste una certa importanza, in quanto i modelli matematici

attualmente utilizzati per la stima della fecondità complessiva dell'intero stock di riproduttori (Lasker, 1985), a partire dalla fecondità relativa individuale, si basano sulla approssimazione lineare della correlazione fra fecondità del lotto e peso corporeo (Hunter *et al.*, 1985). In realtà, alcune distribuzioni dei punti "numero di oociti idratati - peso corporeo" per diversi teleostei pelagici, riportate da diversi autori, parrebbero indicare un loro scostamento dalla linearità (si veda ad esempio Hunter *et al.*, 1985: Fig. 75; Pérez *et al.*, 1992: Fig. 1).

Materiali e metodi

I campioni di *Engraulis encrasicolus* utilizzati per questo lavoro sono stati raccolti nell'Adriatico sud-occidentale, nei periodi giugno-luglio 1993 e maggio-settembre 1994, mediante più imbarcazioni dotate di reti di tipo diverso (volanti, pelagiche a divergenti, cianciolo) (per ulteriori dettagli si veda Casavola *et al.*, 1996b).

Lo studio della fecondità del lotto è stato effettuato su un totale di 405 femmine idratate, fissate in formalina al 10% tamponata, direttamente a bordo dopo la cattura. Il conteggio degli oociti idratati, riconoscibili per le loro accresciute dimensioni, è stato effettuato su tre subcampioni di 100 mg (± 0,01 mg) tratti a caso da tre parti diverse di ciascuna gonade; quindi, il loro numero è stato riportato all'intera gonade, ottenendo così la stima del numero complessivo di oociti idratati (F). In precedenza era stata verificata l'assenza di differenze significative nella distribuzione degli oociti idratati nelle diverse parti di ciascuna gonade, nonché fra le due gonadi destra e sinistra (Casavola *et al.*, 1996b). Di ciascuna femmina è stato rilevato il peso del corpo dopo la rimozione delle gonadi, W_h^*, approssimato a 0,1 g (riproponiamo qui la simbologia comunemente utilizzata nella letteratura già pubblicata sull'argomento). Il peso corporeo al netto delle gonadi è scevro dal *bias* causato dall'idratazione degli ovari, che ne modifica rapidamente il peso.

Per ciascun mese, è stato saggiato l'adeguamento della distribuzione dei punti sperimentali F-W_h^* a quattro tipi di equazione – lineare, potenza, logaritmica ed esponenziale – che rappresentano i modelli fondamentali utilizzati in biometria. I parametri delle equazioni per i diversi modelli sono stati calcolati secondo correlazioni di tipo predittivo (Sokal e Rohlf, 1981). La bontà dell'adeguamento di ciascuna distribuzione ai quattro tipi di equazione è stata valutata mediante il coefficiente di determinazione, R^2, e la media dei quadrati degli scarti dalla retta di regressione, $\mathrm{MSE} = \dfrac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}$.

Entrambi i parametri danno indicazioni sulla bontà della correlazione esistente fra le due variabili in questione. Secondo Draper e Smith (1981: 45), la radice quadrata del coefficiente di determinazione, denominata coefficiente di correlazione lineare, r, "is a measure of linear association between X and Y." Di contro, Hunter *et al.* (1985: 74) preferiscono l'uso della media dei quadrati degli scarti dalla retta di regressione: "MSE, rather than R^2, is used to measure the fitness of the model because R^2 is inappropriate for nonlinear equations."

L'analisi delle regressioni ha comportato anche il rigetto degli *outliers* (Sokal e Rohlf, 1981); tale procedura è stata limitata ai soli due casi strettamente indispensabili.

Risultati

Le distribuzioni in scala naturale dei punti sperimentali F-W_h^* nei diversi mesi campionati sembrano avere, in alcuni casi, una distribuzione curvilinea (si vedano i grafici in Casavola *et al.*; 1996a e 1996c); tale supposizione è pure corroborata dall'analisi dei residui, che indica una deviazione dalla linearità. Un secondo aspetto da evidenziare è la mancanza di omogeneità della varianza dei valori y_i nell'ambito di variabilità delle x_i; in generale, la varianza di y aumenta in funzione della x, come è tipico delle correlazioni fra due parametri biometrici. Tale fenomeno è chiaramente evidenziato dalla distribuzione dei residui (Camussi *et al.*, 1986); si veda, ad esempio, quella del luglio '94 (Fig. 1).

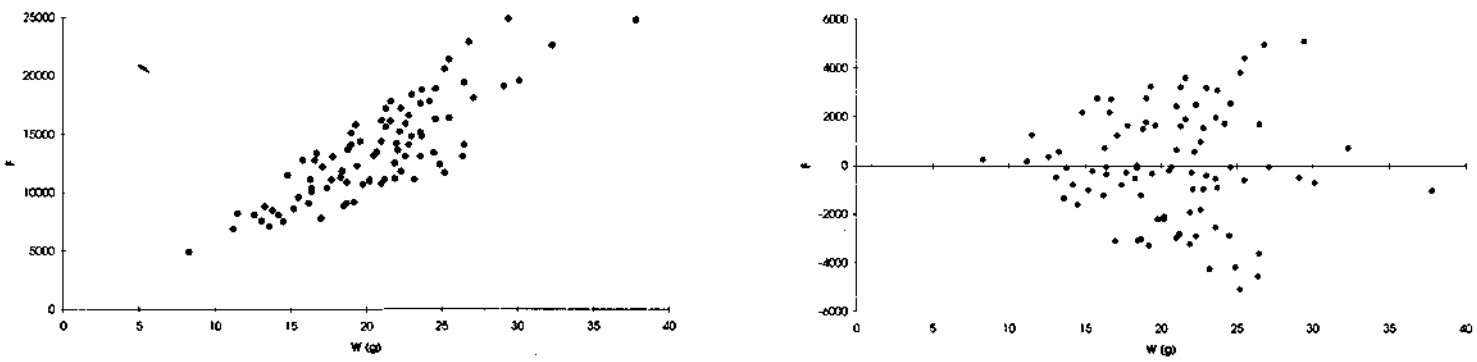


Fig. 1 - Relazione fra fecondità del lotto, F, e peso corporeo al netto delle gonadi, W_h^*, per le femmine idratate di alice nel mese di luglio '94 e relativa distribuzione dei residui; dati in scala naturale.

Relationship between batch fecundity, F, and body weight without gonads, W_h^*, and corresponding distribution of residuals in female anchovies in the month of July 1994; raw data.

Nella tabella 1 sono elencati i valori del coefficiente di determinazione, R^2, e della media dei quadrati degli scarti dalle rette di regressione, MSE, per i quattro modelli di regressione saggiati. I valori di R^2 sono relativi alla forma lineare dei quattro modelli, ovvero:

$y = a + bx$	lineare
$\ln y = a' + b \ln x$	potenza ($y = a\, x^b$)
$y = a + b \ln x$	logaritmico
$\ln y = a' + bx$	esponenziale ($y = a\, e^{bx}$).

Nel caso dei modelli funzione-potenza ed esponenziale, i valori di MSE sono stati calcolati ed espressi in scala naturale, al fine di poterli confrontare con i valori di MSE relativi ai modelli lineare e logaritmico, automaticamente espressi in scala naturale.

I valori di R^2 per i modelli di regressione lineare e di funzione potenza sono sempre più alti di quelli dei modelli logaritmico ed esponenziale; parallelamente, i valori di MSE sono sempre più bassi per i primi due modelli, rispetto agli altri due. Questa è una chiara indicazione del fatto che i modelli lineare e funzione potenza sono decisamente più adeguati degli altri due a descrivere la distribuzione dei punti sperimentali. Focalizzando, quindi, l'attenzione sui due modelli più idonei, si può notare che, mentre i valori di R^2 sono relativamente dissimili (per ciascun mese le differenze percentuali fra R^2 dell'equazione lineare e R^2 dell'equazione potenza variano fra 1 e 5,5%), i valori di MSE per i due modelli sono virtualmente uguali in tutti i mesi: le differenze fra MSE lineare e MSE potenza variano fra

Tab. 1 - Media dei quadrati degli scarti dalla retta di regressione (MSE) e coefficiente di determinazione (R^2) per quattro modelli di regressione correlanti i dati di fecondità del lotto (F) e peso corporeo (W_h^*) dell'alice dell'Adriatico meridionale.

Mean square error (MSE) and coefficient of determination (R^2) of four (linear, power function, logarithmic and exponential) models for relationship between batch fecundity (F) and body weight (W_h^*) of anchovy from the southern Adriatic Sea.

	Lineare		Potenza		Logaritmico		Esponenziale	
	MSE	R^2	MSE	R^2	MSE	R^2	MSE	R^2
1993								
giugno	1578	*0,776*	1577	*0,820*	1632	*0,768*	2002	*0,776*
luglio	1037	*0,828*	1048	*0,816*	1149	*0,809*	1317	*0,793*
1994								
maggio	534	*0,715*	539	*0,695*	559	*0,702*	593	*0,663*
giugno	1156	*0,731*	1174	*0,705*	1304	*0,696*	1378	*0,688*
luglio	5122	*0,709*	5158	*0,736*	5706	*0,676*	5992	*0,714*
agosto	635	*0,869*	637	*0,877*	770	*0,842*	865	*0,850*
settembre	1409	*0,755*	1423	*0,721*	1613	*0,719*	1780	*0,691*

0 e 1,6%. Laddove la distribuzione dei punti sperimentali si discosta più fortemente dal modello di regressione saggiato, si ha contemporaneamente l'incremento di MSE e la diminuzione di R^2.

Ovviamente, la retta (calcolata sui valori naturali o trasformati) più adeguata a descrivere la relazione esistente fra due variabili (F e W_h^*, nel nostro caso) è, per definizione, quella in cui $S = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}$ è minima e, di conseguenza, anche il valore di MSE è minimo. Pur tuttavia, va sottolineato che con la trasformazione logaritmica dei valori x_i e y_i si ottiene un marcato abbattimento della disomogeneità della varianza di y (tranne ai due estremi della distribuzione, ovviamente, per via della paucità di femmine mature molto piccole o molto grandi nei campioni raccolti) (Fig. 2). Pertanto tale operazione, necessaria per determinare i parametri della curva-potenza ($y = a\ x^b \rightarrow \ln y = a' + b \ln x$, dove $a' = \ln a$), permette anche di conseguire automaticamente l'omoscedasticità, cioè l'omogeneità della varianza di y.

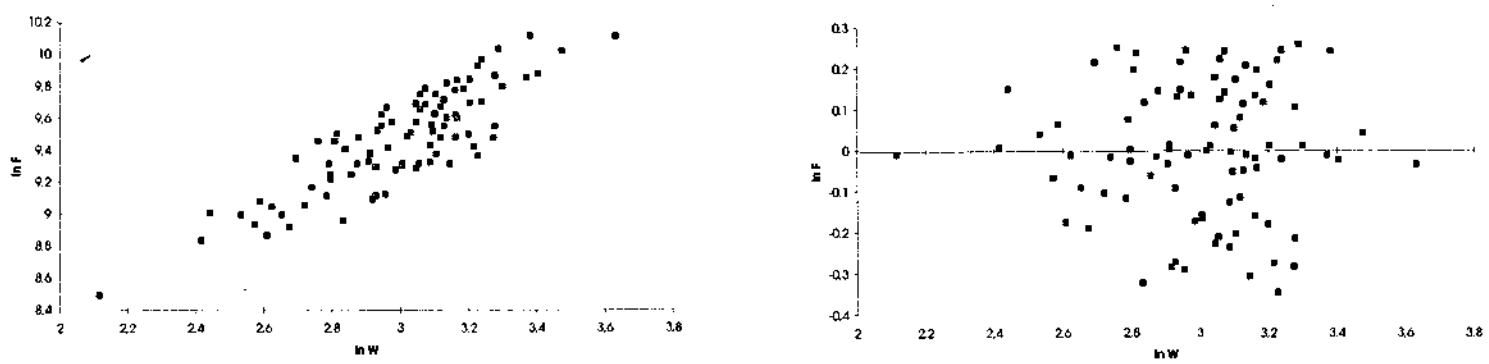


Fig. 2 - Relazione fra fecondità del lotto, F, e peso corporeo al netto delle gonadi, W_h^*, per le femmine idratate di alice nel mese di luglio '94 e relativa distribuzione dei residui; dati in scala logaritmica.

Relationship between batch fecundity, F, and body weight without gonads, W_h^*, and corresponding distribution of residuals in female anchovies in the month of July 1994; Log-transformed data.

Infine, sono state valutate le differenze fra i valori di $\hat{F}/W_h^*$ stimati coi due modelli lineare e curva-potenza (Tab. 2). Esse sono piuttosto modeste; in corrispondenza del valore medio di W_h^* sono comprese fra 0,3 e 2,2%. La prossimità delle curve-potenza stimate a rette è pure evidenziata dai valori dell'esponente *b* di tali curve, che nei diversi mesi è compreso fra 0,917 e 1,157 ed i cui limiti fiduciali al 95% includono sempre il valore di 1, indicante la condizione di isometria.

Tab. 2 - Valori di fecondità del lotto relativa stimati, $\hat{F}/W^*_h$ [numero di oociti idratati per grammo di peso corporeo], tramite le funzioni lineare e potenza per i valori del peso corporeo dell'alice, W_h^* [grammi], minimo, medio e massimo, per ciascun mese. $L_{\hat{F}1}$ e $L_{\hat{F}2}$ = limiti fiduciali al 95% dei valori $\hat{F}/W^*_h$ stimati tramite la funzione potenza. $\Delta\%$ = differenza percentuale fra i valori $\hat{F}/W^*_h$ lineare e $\hat{F}/W^*_h$ potenza.

Monthly values of relative batch fecundity, $\hat{F}/W^*_h$ [number of hydrated oocytes per gram of body weight], estimated by the linear and power functions for minimum, mean and maximum body weight, W_h^* [gr]. $L_{\hat{F}1}$ and $L_{\hat{F}2}$ = 95% confidence limits of $\hat{F}/W^*_h$ values estimated by the power function. D% = percent difference between linear regression-estimated and power function-estimated $\hat{F}/W^*_h$ values.

		W^*_h	$\hat{F}/W^*_h$		$L_{\hat{F}1}$	$L_{\hat{F}2}$	D%
			lineare	potenza			
1993							
	min	9,4	467,8	452,6	430,2	476,2	
giugno	med	17,5	440,1	437,0	415,3	459,7	0,71%
	max	32,3	425,4	422,1	401,2	444,1	
	min	9,5	383,1	387,5	370,6	405,1	
luglio	med	18,6	436,3	430,8	412,0	450,4	1,28%
	max	30,3	457,7	461,1	444,8	486,3	
1994							
	min	9,1	319,4	303,5	291,0	316,7	
maggio	med	16,0	297,6	294,8	282,6	307,5	0,95%
	max	30,5	283,9	285,1	273,3	297,4	
	min	8,3	383,5	379,8	363,6	396,7	
giugno	med	16,9	366,3	361,6	346,1	377,7	1,29%
	max	36,1	357,5	343,1	328,4	358,4	
	min	8,3	559,8	595,2	575,1	616,0	
luglio	med	20,7	654,6	644,2	622,5	666,7	1,60%
	max	37,8	683,3	678,7	655,8	702,4	
	min	8,1	433,4	422,6	410,9	434,6	
agosto	med	17,8	396,8	395,7	384,8	407,0	0,28%
	max	32,3	383,0	376,5	366,1	387,2	
	min	9,4	316,6	314,8	296,1	334,7	
settembre	med	18,8	345,7	338,2	318,1	359,5	2,19%
	max	35,7	359,5	361,3	339,9	384,1	

Discussione

Lo scopo di questo lavoro è di verificare il tipo di relazione intercorrente fra la fecondità del lotto ed il peso corporeo delle femmine dell'alice basso-adriatica. L'analisi dei due indicatori di adeguatezza (*fitness*) dei diversi modelli, ovvero MSE ed R^2, ha evidenziato come i modelli lineare e curva-potenza appaiano decisamente più idonei a descrivere il fenomeno biologico rispetto ai modelli

logaritmico ed esponenziale. Se da un canto il modello lineare presenta valori di MSE lievissimamente più bassi e, quindi, di piccolissima misura migliori dei corrispondenti valori della funzione-potenza, dall'altro canto la trasformazione logaritmica dei dati per il computo dei parametri della curva-potenza consegue automaticamente l'omoscedasticità. Questo è un aspetto di enorme importanza nella scelta del modello più adeguato alla realtà biologica. A nostro avviso, infatti, il modello va valutato nella sua interezza e non limitatamente all'analisi del solo adeguamento dei dati ad un modello secondo gli scarti quadratici. In definitiva, riteniamo che il modello più adeguato, nel complesso, a descrivere la distribuzione dei punti sperimentali $F\text{-}W_h^*$ sia la funzione-potenza.

In tale ottica, le condizioni di quasi-isometria, evidenziate dal valore dell'esponente $b \simeq 1$, sono da considerarsi come un caso particolare della situazione generale di allometria, descrivibile proprio con la funzione-potenza. Quest'ultima è la situazione tipica della stragrande maggioranza dei rapporti morfometrici nei viventi (Huxley, 1932). La validità della funzione-potenza è ulteriormente corroborata, se pur indirettamente, da uno studio dettagliato sulla fecondità in un altro pesce multidepositore, il blenniide *Lipophrys pavo*, in cui Ruchon *et al.* (1993) hanno riscontrato relazioni di allometria fra fecondità e peso corporeo e fra fecondità e lunghezza totale.

Inoltre, l'omoscedasticità apporta considerevoli vantaggi sotto il profilo operativo. Essa rappresenta una condizione necessaria per il confronto statistico mediante il test del *t* di Student fra due o più equazioni stimate per altrettante distribuzioni (Mayrat, 1959) e consente di evitare il ricorso a procedimenti di "pesatura" dei dati (si veda oltre).

È opportuno rilevare, a questo punto, che il metodo DEPM (*Daily Egg Production Method*) per la stima della biomassa dei teleostei pelagici di piccola taglia (Lasker, 1985) preferisce utilizzare il modello lineare per correlare la fecondità del lotto al peso somatico (Hunter *et al.*, 1985). Al fine di uniformare la varianza dei valori F_i per tutta la gamma dimensionale delle femmine, il metodo suggerisce il calcolo della retta di regressione mediante i valori sperimentali pesati secondo l'inverso della varianza (Hunter *et al.*, 1985) (si veda Draper e Smith, 1981, per il procedimento di "pesatura"). Tale operazione viene condotta tramite la suddivisione dei dati in più gruppi, nell'ambito di ciascuno dei quali la varianza è grossolanamente uniforme. La scelta delle suddivisioni viene esercitata in buona parte con criteri soggettivi, il che produce, a nostro avviso, un *bias* che contribuisce a mascherare la vera natura del fenomeno biologico. Va ricordato, tuttavia, che l'utilizzo di rette di regressione pesate correlanti F a W_h^* si è ripetutamente dimostrato valido al fine della stima delle biomasse (*cf.* Hunter *et al.*, 1985; Pérez *et al.*, 1992; Casavola *et al.*, 1996b). Un'ulteriore riprova di ciò viene dagli scarti minimi registrati fra i valori di $\hat{F}/W_h^*$ stimati, nei diversi mesi, con il modello lineare e quello potenza (Tab. 2). Questo dimostra che, almeno nel caso da noi studiato, il modello lineare è sufficientemente adeguato al fine della stima della biomassa di una popolazione ittica, attraverso la stima della fecondità relativa.

Ci preme sottolineare, comunque, la completa diversità dello scopo del presente lavoro da quello del DEPM. Questo studio è mirato alla determinazione del modello di regressione più adeguato a descrivere un fenomeno biometrico, ovvero la correlazione fra fecondità del lotto e peso corporeo; il DEPM è invece rivolto a fini prettamente gestionali.

Summary

The European anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Osteichthyes: Engraulidae), is a multispawner fish. The number of eggs spawned at each reproductive act is

the batch fecundity, F; it can be estimated by counting the hydrated oocytes in the ovaries. The relative batch fecundity is the ratio between batch fecundity and fish weight without ovaries, F/W_h^*. The correlation between batch fecundity and body weight of the anchovy from the southern Adriatic Sea was analysed. In all, 405 females collected monthly in June-July 1993 and May-September 1994 were examined. The data were fit to four regression models, namely linear, power function, logarithmic and exponential, and the goodness of fit evaluated by means of the coefficient of determination, R^2, and mean square error, MSE. The linear and power function models provided the best, i.e. lowest, values of MSE; differences between MSE for the two models ranged from 0 to 1.6%. In most cases MSE of the former model was lower than the latter model. However, the analysis of residuals showed that the variance of the experimental data increased as fish size increased; hence the distribution of F-W_h^* points according to the linear model lacked homoscedasticity. On the contrary, Log-transformed data to fit the power function achieved homoscedasticity. Therefore, the power function model appears to describe the 'batch fecundity - body weight' correlation better than the linear model. In this regard, the quasi-isometry pointed out by the exponent of the estimated power equations, viz. $b \simeq 1$, is deemed a particular case of the general allometric condition concerning most morphometrical phenomena. Furthermore, the differences between the relative batch fecundity estimated by the linear model (i.e. the one commonly used for stock assessment purposes) and that estimated by the power function are quite small (range: 0.3-2.2%).

Bibliografia

CAMUSSI A., MÖLLER F., OTTAVIANO E., SARI GORLA M. (1986) - *Metodi statistici per la sperimentazione biologica.* Zanichelli, Bologna: xii + 500 pp.

CASAVOLA N. (1997) - "Daily fecundity" della popolazione di acciuga nelle acque adriatiche pugliesi. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 204-210.

CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., RIZZI E. (1996a) - Frequenza di deposizione di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 531-533.

CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1996b) - Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the south-western Adriatic sea. *Sci. Mar.*, **60**: 369-377.

DRAPER N.R., SMITH H. (1981) - *Applied Regression Analysis (2nd ed.).* John Wiley & Sons, New York: xiv + 709 pp.

FULTON T.W. (1898) - On the growth and maturation of the ovarian eggs of the teleostean fishes. *Ann. Rep. Fish. Board Scotl.*, **16**: 88-124.

HUNTER J.R., GOLDBERG S.R. (1980) - Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax. Fish. Bull.*, **77**: 641-652.

HUNTER J.R., LO N.C.H., LEONG R.J.H. (1985) - Batch Fecundity in Multiple Spawning Fishes. *NOAA Tech. Rep. NMFS*, **36**: 67-77.

HUXLEY J.S. (1932) - *Problems in Relative Growth.* Methuen, London.

LASKER R. (1985) - An Egg Production Method for Anchovy Biomass Assessment. *NOAA Tech. Rep. NMFS*, **36**: 1-3.

MAYRAT A. (1959) - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace di *Penaeus kerathurus* (FORSKAL). *Bull. I.F.A.N.*, **21** (A): 21-59.

NIKOLSKY G.V. (1963) - *The Ecology of Fishes.* Academic Press, London & New York: vx + 352.

PÉREZ N., FIGUEIREDO I., LO N.C.H. (1992) - Batch fecundity of *Sardina pilchardus* (Walb.) off the Atlantic Iberian coast. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **8**: 155-162.

RUCHON F., LAUGIER T., QUIGNARD J.-P. (1993) - Variation saisonnière de la taille des oeufs et de la fécondité par acte de ponte de *Lipophrys pavo* (Teleostei, Blenniidae) dans une lagune nord-méditerranéenne (France, Mauguio). *Cybium*, **17**: 197-214.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1981) - *Biometry (2nd ed.).* Freeman & Co., New York: xviii + 859 pp.

Ricerca effettuata nell'ambito del programma "Risorse biologiche piccoli pelagici" finanziato dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 195-203

F. BIAGI, S. GAMBACCINI*, M ZAZZETTA*

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente,
Università di Pisa, Via Volta, 6 - 56100 Pisa, Italia.
*CIBM, Livorno, Italia.

INSEDIAMENTO E MICROHABITAT DI SPECIE ITTICHE NELLA FASCIA COSTIERA TOSCANA

SETTLEMENT AND MICROHABITAT OF LITTORAL FISHES ALONG TUSCANY COAST

Abstract

Since 1994, visual censuses have been carried out, by snorkeling and SCUBA, in some stations of Elba Island. They were executed to investigate settlement and/or recruitment processes for several important littoral species of fishes. When, where and how settlement occurs was investigated for 30 species.

Key-words: fish, microhabitat, recruitment, Mediterranean, visual census.

Introduzione

La comprensione dei meccanismi che regolano le popolazioni ittiche, siano esse sfruttate dalla pesca o meno, rappresenta un aspetto fondamentale per la valutazione e la gestione degli stessi stock ittici. Sebbene lo studio della dinamica delle popolazioni sfruttate dalla pesca abbia da sempre guardato alla relazione fra stock parentale e reclutamento, cercando di prevedere quest'ultimo in funzione della dimensione del primo, non sono stati tuttora individuati modelli che ben si adattino e spieghino i fenomeni osservati nelle diverse specie (Beverton e Holt, 1957; Ricker, 1954; Shepherd, 1982). Tra l'evento riproduttivo ed il momento in cui una risorsa diviene accessibile alla pesca (reclutamento) trascorre un periodo di tempo più o meno lungo, durante il quale agiscono, in maniera stocastica e/ o deterministica, diversi fattori biotici ed abiotici. Il primo periodo di vita nectobentonica rappresenta, per molte specie demersali, un momento chiave che può condizionare l'abbondanza degli individui che verranno reclutati allo stock parentale. La grande variabilità osservata, nei processi di insediamento e reclutamento, costituisce pertanto una delle fonti principali di incertezza per la formulazione di modelli di valutazione e l'elaborazione di schemi gestionali delle risorse (Sale *et al.*, 1984; Macpherson, 1985; Stephens *et al.*, 1986; Richards e Linderman, 1987; Houde, 1987; Bailey e Houde, 1989; Carr, 1991; Doherty, 1991; Levin, 1994). Nonostante ciò le prime fasi necto-bentoniche dell'ittiofauna hanno costituito, nel Mediterraneo, un campo di studio poco esplorato. I termini "insediamento" e "reclutamento" vengono spesso impiegati con accezioni diverse a secondo del contesto in cui sono utilizzati. In questo lavoro si definisce "insediamento" il momento in cui gli organismi passano dal dominio pelagico, tipico delle fasi larvali, a quello nectobentonico delle fasi postlarvale, giovanile ed adulta. Il "reclutamento" è invece un qualunque momento arbitrario dopo l'insediamento, durante il quale gli esemplari permangono nell'area di nursery dove si sono insediati. Classicamente in biologia della pesca si usa fare distinzione fra il reclutamento alla popolazione sfruttata, *i.e.* i nuovi giovani che sono disponibili alla pesca, ed

il reclutamento all'attrezzo di cattura, *i.e.* i nuovi giovani che sono catturabili dall'attrezzo di pesca. In Mediterraneo questi due momenti sono, per gran parte delle risorse, praticamente coincidenti sia a causa della ridotta selettività degli attrezzi da pesca commerciale sia per l'azione esercitata dalla pesca sportiva con lenza ed amo. L'importanza degli habitat costieri mediterranei è in gran parte legata alla presenza di *Posidonia oceanica* che è stata indicata, spesso con pochi dati scientifici disponibili, come una "*nursery*" fondamentale per la gran parte delle specie ittiche costiere. Il presente studio si è posto come obiettivo quello di individuare quando, dove e come si realizzano le prime fasi nectobentoniche per alcune specie ittiche costiere.

Materiali e metodi

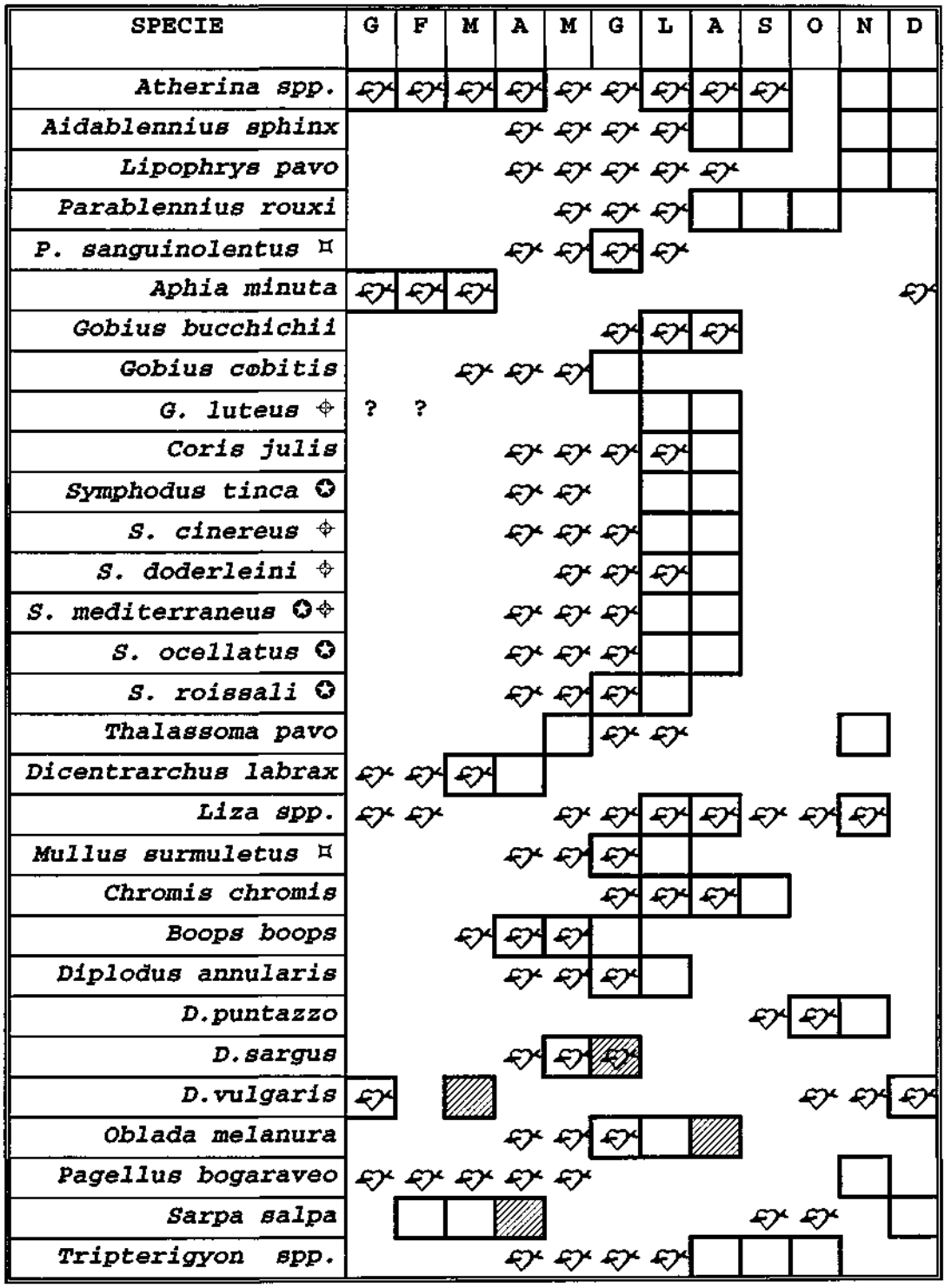
La ricerca è stata condotta all'Isola d'Elba, nel triennio 1994-96, in 3 stazioni di campionamento dislocate lungo il versante settentrionale dell'Isola, nel tratto di costa compreso tra il Golfo di Procchio e quello della Biodola. Ciascuna delle tre stazioni è caratterizzata da un profilo di costa irregolare e, all'inizio ed alla fine, da rilevanti discontinuità topografiche e/o di habitat. I rilevamenti, a cadenza quasi settimanale, sono stati condotti mediante censimenti visivi subacquei impiegando la tecnica del percorso (GBRMPA, 1978; Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) e, data la ridotta profondità (inferiore a due metri), si è operato in *snorkeling* (Zazzetta, 1997). Inoltre, nei mesi di luglio e agosto '95, sono state condotte immersioni con ARA sui fondali dell'Isolotto dello Scoglietto che è compreso nella zona di tutela biologica denominata "Le Ghiaie". I dati raccolti in immersione sono stati annotati utilizzando lavagnette in PVC, dove su di un lato erano stati collocati disegni, in scala 1:1, di reclute di taglia compresa tra 10 e 70 mm. Il microhabitat, nel punto in cui le reclute venivano osservate, è stato descritto con l'ausilio di una cornice quadrata in PVC di 1 m^2. Nella superficie campionata sono stati rilevati i tipici parametri biotici ed abiotici.

Risultati

I rilevamenti hanno permesso di seguire, nella frangia più superficiale dell'infralitorale superiore, l'insediamento delle post-larve di oltre 30 specie ittiche appartenenti a 10 famiglie. Sparidi e Labridi sono presenti con 8 specie ciascuna, Gobidi e Blennidi con 4, le rimanenti famiglie con un'unica specie (Tab. 1). I Labridi si insediano in un periodo ben circoscritto, tra la fine di giugno ed agosto, con la sola eccezione delle postlarve di *Thalassoma pavo*, che sono state osservate in altri due momenti dell'anno, uno tardo primaverile e l'altro autunnale. Tale circostanza favorisce, durante gli spostamenti per il pascolo, la formazione di branchetti composti da individui di diverse specie di Labridi. Gli Sparidi, al contrario, hanno mostrato una netta ripartizione temporale dei periodi di insediamento. Inoltre in *Sarpa salpa*, *Oblada melanura*, *Diplodus sargus* e *Diplodus vulgaris* sono state osservate almeno due distinte "microcoorti" (Tab. 1). Le specie del Genere *Diplodus* e *Boops boops* si insediano alla taglia di circa 10 mm, mentre le postlarve di *S.salpa* compaiono, in prossimità del fondo, intorno ai 15 mm di lunghezza. Le diverse specie di saraghi, ad eccezione di *D. annularis*, si sono insediate nei medesimi siti ma in diversi periodi dell'anno. Le postlarve di *Diplodus puntazzo*, *D.sargus* e *D.vulgaris* prediligono habitat con profondità ridotta (spesso inferiore ai 50 cm), minima pendenza , e con un substrato costituito principalmente da

Tab. 1 - Periodo di insediamento nella fascia costiera delle post-larve (LT<20mm.) di alcune specie ittiche. La comparsa di una seconda coorte di reclute è rappresentata da un quadrato tratteggiato. Il simbolo ⌰ indica la stagione riproduttiva; le specie per le quali non è noto il periodo riproduttivo sono indicate con ?.

Settlement period in the littoral zone for some fishes (LT<20mm). Settlement of a second cohort is indicated by a hatched box. The simbol ⌰ show the reproductive season; ? the question mark indicates an unknown spawning period.



✪ LT= 25mm.
⌖ reclute rilevate allo Scoglietto (profondità 5-15 m.).
¤ reclutamento al dominio bentonico a taglia più grande.

sabbia, acciottolato e, con frequenza minore, da rocce con copertura algale assente o estremamente ridotta (Tab. 2). Sebbene *D. annularis* si insedi e recluti tipicamente nelle praterie di *Posidonia,* diversi esemplari sono stati osservati su fondi poco profondi caratterizzati da acciottolato sparso, alghe fotofile e rada *Cymodocea.* La maggior parte delle specie osservate si insediano ad una taglia minima compresa

Tab. 2 - Caratteristiche del microhabitat dove si insediano alcune specie ittiche. *Descrizione parziale del microhabitat.

Microhabitat characteristics where settlers of fishes occur.* Partial description of microhabitat.

Specie	*Atherina spp*	*P.sanguinolentus*	*A.minuta*	*G.bucchichii*	*D.labrax*	*B.boops*	*D.puntazzo*	*D.vulgaris*	*D.sargus*	*D.annularis* *	*S.salpa*
N°campioni	58	9	24	37	37	23	97	122	138	11	24
Taglia (mm)	10-20	30-35	15-25	15-25	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	15-25
Temperatura °C											
Media	19,4	26,0	15,1	28,2	16,75	16,8	20,2	15,3	23,1	29,5	15,8
D.S.	3,9	0	1,5	0,6	3,4	2,8	2,8	1,4	2,3	0,0	1,7
Abbondanza											
Totale	3791	9	795	37	913	352	295	1560	581	64	756
Media	65,4	1,0	33,1	1,0	24,7	15,3	3,0	12,8	4,2	4,8	31,5
D.S.	0,0	0,0	34,2	0,0	40,7	20,2	4,1	17,8	6,5	3,4	35,2
Dist. costa (m)											
Media	2,4	1,1	2,6	2,6	1,5	2,3	1,6	2,5	1,5	2,7	1,7
D.S.	1,8	0,4	1,4	1,9	0,9	1,0	1,7	2,3	1,8	1,0	1,2
Profondità (m)											
Media	0,8	0,5	1,0	0,6	0,7	0,9	0,4	0,7	0,5	0,4	0,7
D.S.	0,4	0,0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,0	0,3
Inclinázione %											
30°	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**92**	**90**	**92**	**100**	**100**
31°-60°	0	0	0	0	0	0	5	10	2	0	0
61°-90°	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0	0
>90°	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Substrato n°campioni											
Ciottoli	**45**	**44**	**75**	**65**	**41**	**74**	**52**	**61**	**53**	**100**	25
Blocchi piccoli	34	0	46	41	35	48	42	**57**	35	55	25
Blocchi medi	26	0	25	32	35	4	34	47	21	0	13
Blocchi grandi	12	0	0	8	22	0	6	7	3	0	4
Roccia omogenea	**53**	**78**	25	**51**	35	13	39	30	26	9	**38**
Sabbia	29	22	**67**	46	**43**	**74**	**62**	45	**72**	**91**	**42**
Alghe %											
0	**48**	22	**50**	22	**53**	**44**	**58**	**48**	**53**	0	**88**
1-25	9	**45**	25	11	11	17	31	**40**	33	36	4
26-50	12	22	21	**35**	22	17	5	7	9	0	4
51-75	10	11	0	24	14	9	4	3	2	**46**	4
76-100	21	0	4	8	0	13	2	2	3	18	0
Fanerogame %											
0	**93**	**100**	**100**	**95**	**89**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
1-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-50	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
51-75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76-100	5	0	0	3	11	0	0	0	0	0	0

tra 10 e 15 mm, ad eccezione di *Parablennius sanguinolentus* e *Mullus surmuletus* dove il passaggio dalla fase pelagica a quella demersale avviene rispettivamente alle taglie di 30-35 mm e 45-50 mm. Esemplari di queste due specie bentoniche, nella fase di insediamento, sono stati osservati nuotare distanti dal fondo. La triglia di scoglio, *M. surmuletus,* si insedia in giugno; questa specie è stata spesso osservata muoversi, durante il pascolo, in branchetti misti assieme ad esemplari di *Coris julis* di simili dimensioni. Tale comportamento potrebbe essere determinato da una strategia per ridurre il rischio di predazione. Le modalità e l'habitat di insediamento differiscono tra le diverse specie di Gobidi. *Gobius bucchichii* si insedia alla taglia di 15-25 mm ed è spesso frequente (65% dei campioni) alla base di *Anemonia sulcata*, con la quale instaura un rapporto simbiotico che si mantiene anche negli adulti con i quali condivide lo stesso habitat. Le postlarve di *Gobius cobitis*, di taglia compresa tra 15 e 20 mm, hanno abitudini fossorie; si celano infatti sotto la sabbia, in prossimità della battigia, nascondendosi così ai possibili predatori. *Aphia minuta* si insedia principalmente nei mesi invernali, pur presentando una seconda coorte in agosto; le post-larve hanno abitudini gregarie formando grossi sciami che stazionano lungo la colonna d'acqua. Tra le diverse specie di Gobidi rilevate, *Gobius luteus* è quella che si insedia a maggiore profondità: le post-larve sono state osservate sui fondali rocciosi dello Scoglietto tra 10 e 20 m di profondità. In Fig.1 sono riportati gli intervalli batimetrici delle postlarve di altre specie rilevate allo Scoglietto.

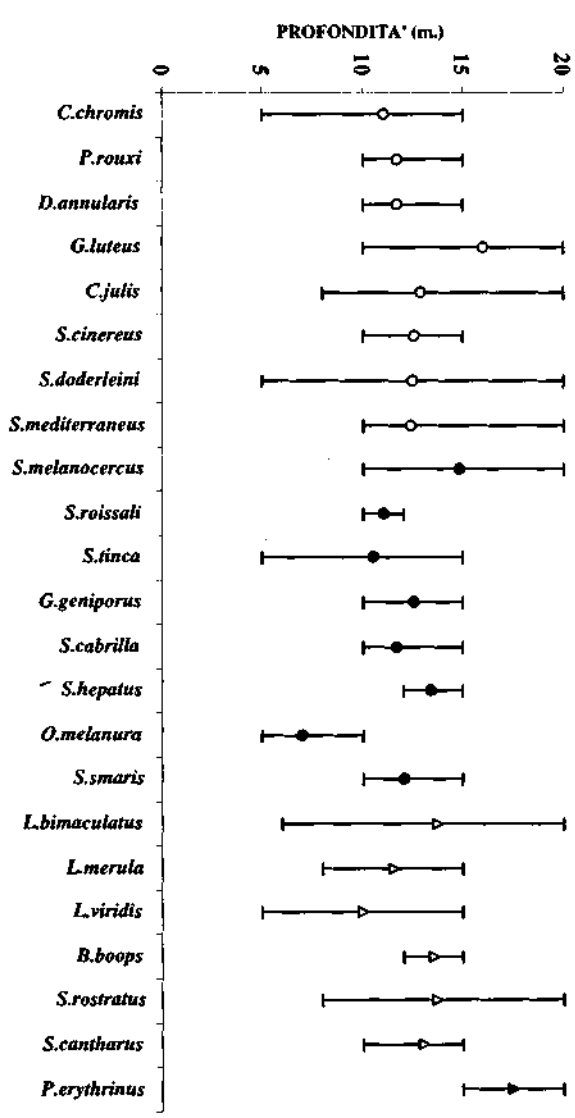


Fig. 1 - Profondità media e intervallo batimetrico di distribuzione di forme giovanili di specie ittiche osservate nei mesi di luglio e agosto 1995 nell'area di tutela dello Scoglietto.

Mean and depth range of settlers and recruits at marine reserve of the Scoglietto islet during July and August surveys in 1995.

Discussione e conclusioni

L'insediamento ed il reclutamento degli individui di diverse specie, appartenenti a varie famiglie di pesci, avviene nella frangia superiore dell'infralitorale. Tra queste famiglie le più rappresentate sono Labridi e Sparidi, le stesse che strutturano qualitativamente le comunità ittiche costiere del Mediterraneo (Zazzetta, 1996; Biagi *et al.*, 1997). Varie specie si insediano lungo i medesimi tratti di litorale, spesso nei medesimi siti, utilizzando pertanto risorse comuni e dalle quali può dipendere il successo stesso dell'insediamento. Le post-larve ed i giovanili, che si trovano a coesistere, devono perciò ripatirsi le risorse disponibili; le modalità di sfruttamento delle risorse sono essenzialmente di tre tipi: trofica, spaziale e temporale (Helfman, 1978). La coesistenza di specie competitrici per una data risorsa è associata ad un differenziamento delle nicchie ecologiche. In tal senso le strategie adottate da Sparidi e Labridi differiscono sensibilmente: mentre nei primi, ed in particolare tra le diverse specie del genere *Diplodus,* si osserva una chiara ripartizione temporale delle nicchie trofica e spaziale, nei Labridi si suppone che la riduzione della competizione interspecifica si attui principalmente, con una diversificazione della nicchia trofica e, secondariamente, di quella spaziale. Infatti in questa famiglia quasi tutte le specie reclutano nei mesi estivi, come è stato osservato anche da Garcia-Rubies e Macpherson (1996). Tra le varie specie di Labridi non sembrano esistere preferenze particolari in termini di habitat, e questo è suggerito anche dall'osservazione di individui di specie diverse in uno stesso branchetto. Non è stata neppure osservata una marcata differenza nella distribuzione batimetrica delle reclute (Fig.1), che è stata invece rilevata per le forme adulte (oss. pers.) e che è dovuta, secondo Quignard (1966), ad un regime alimentare simile. È perciò possibile che la competizione interspecifica, fra reclute di specie diverse di Labridi, venga ridotta dal differenziamento della nicchia trofica, oppure che il costo di una competizione per le medesime risorse sia ripagato dalla riduzione del rischio di predazione che ciascuna specie sopporta muovendosi in branchetti misti. Le strategie di insediamento, mostrate da gran parte dei Labridi, sono senz'altro determinate dal comportamento riproduttivo che necessita di un rigoglioso popolamento algale; infatti le uova vengono deposte in nidi costruiti dai maschi con frammenti di talli algali. La donzella pavonina, *T. pavo*, mostra una diversa dinamica temporale del reclutamento rispetto agli altri Labridi; è riportato in letteratura che questa specie si riproduce, nel Mediterraneo, durante l'estate e che i giovanili compaiono tra agosto e settembre (Garcia-Rubies e Macpherson, 1996), cioè più tardi rispetto a quelle degli altri Labridi. L'osservazione, nell'area di studio, di giovanili sia a novembre che a maggio non concorda quindi con la stagione riproduttiva sopra indicata di questa specie termofila.

Le diverse specie osservate di Sparidi, al contrario dei Labridi, si insediano in periodi diversi dell'anno. I saraghi *Diplodus sargus, D. puntazzo* e *D. vulgaris* hanno medesime esigenze in termini di microhabitat di insediamento, occupando addirittura, in anni successivi, gli stessi siti di una medesima stazione. Le post-larve di queste specie di saraghi prediligono fondali a ridotta pendenza e costituiti essenzialmente da sabbia-ghiaia e acciottolato, con copertura algale ridotta o assente (Tab. 2). Analogo microhabitat, per le tre specie, è stato descritto da Garcia-Rubies e Macpherson (1996), mentre Harmelin-Vivien *et al.* (1995) indicano quale habitat preferenziale di insediamento quello costituito da ciottoli o blocchi rocciosi con elevata copertura macroalgale. Le post-larve di queste tre specie hanno una dieta simile (Rosecchi, 1985) e condividono quindi non solo la medesima nicchia spaziale,

ma anche quella trofica. Insediandosi in periodi diversi dell'anno *D. sargus, D. puntazzo* e *D. vulgaris* riducono in questo modo la competizione interspecifica. Le post-larve di occhiata, *Oblada melanura,* e di salpa, *Sarpa salpa*, hanno rispetto a quelle dei saraghi, una distribuzione spaziale più ampia trovandosi sia in habitat diversi che in un più ampio intervallo batimetrico (Tab.2). Il periodo di insediamento di *O.melanura* sembra variare con l'area geografica: infatti all'Elba ed alle Isole Medas le post-larve compaiono da giugno fino ad agosto (Garcia-Rubies e Macpherson, 1996), mentre a Marsiglia l'insediamento è stato osservato solo a partire da agosto (Harmelin-Vivien *et al.*,1995). Contrariamente a quanto riportato da Harmelin-Vivien *et al.* (1995), l'importanza della copertura algale nel microhabitat di insediamento della salpa è risultata scarsa, infatti solo nel 12% dei campioni la copertura algale è risultata presente. Le alghe non hanno un'importanza primaria per il trofismo delle salpe che, in questa fase del ciclo vitale, hanno una dieta onnivora con prevalenza carnivora (Bini, 1968). Benché abitudini piscivore non siano segnalate in letteratura, salpe di taglia compresa tra 35 e 50 mm sono state osservate dagli AA. mentre predavano post-larve di sarago reale. L'insediamento di *Diplodus annularis* è stato osservato nelle praterie di *Posidonia* da Garcia-Rubies e Macpherson (1996) e da Harmelin-Vivien *et al.* (1995). Le post-larve di questa specie sono state osservate allo Scoglietto tra la *Posidonia*, a profondità comprese tra 10 e 15 m ma, allo stesso stadio, la specie è stata rinvenuta lungo le 3 stazioni costiere anche molto all'esterno della prateria di *Posidonia* (Tab.2) su ciottoli, sabbia e blocchi rocciosi sparsi con copertura algale variabile. La formazione di branchetti misti fra reclute di *M.surmuletus* e *C.julis*, sinora mai segnalata in letteratura, non è un fenomeno occasionale in quanto l'osservazione è risultata molto frequente in estate. Inoltre, i branchi formati da queste due specie, una volta disturbati volontariamente dall'osservatore, si ricompongono mediante ricerca attiva degli individui. Anche in considerazione della somiglianza di livrea, che le due specie presentano a questa fase del loro ciclo vitale, l'associazione tra la donzella e la triglia ha probabilmente valore mutualistico: la prima si nutre degli organismi sollevati con i barbigli dalla triglia durante la ricerca del cibo, mentre quest'ultima, aggregandosi alle donzelle, riduce la probabilità di essere predata. L'osservazione del periodo di insediamento di *G.luteus* consente di ipotizzare, con una buona approssimazione, che il periodo riproduttivo di questa specie sia identificabile tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate. L'osservazione diretta dei microhabitat di insediamento delle post-larve, di molte specie ittiche costiere, ha evidenziato che la *P.oceanica* gioca un ruolo minore come nursery area rispetto a quanto comunemente riportato.

Questa indagine ha permesso di rilevare i periodi ed i microhabitat di insediamento di alcune specie ittiche evidenziando che i bassi fondali costieri costituiscono le nursery di diverse specie ittiche, molte delle quali di elevato valore economico.

La conoscenza dei periodi di insediamento e delle esigenze ecologiche delle singole specie è di importanza fondamentale per una corretta gestione delle risorse demersali costiere. Inoltre tale informazione è fondamentale per allestire indagini *in situ* tese a valutare i processi di mortalità durante le prime fasi demersali oltreché per stimare l'intensità del reclutamento in specie non campionabili con attrezzi poco selettivi. Definire quali siano le caratteristiche biotiche ed abiotiche delle nursery costiere è essenziale per stabilire nuovi criteri di zonazione di aree marine protette volte a salvaguardare le fasi giovanili dell'ittiofauna.

Summary

How demersal fish populations are regulated has become an issue of vigorous debate. Little is known on the role that settlement and post-settlement mortality plays in the regulation of temperate littoral fish populations and in the variability of recruitment to exploited populations. Those aspects have received surprisingly little attention for demersal or benthic marine fishes particularly in the Mediterranean Sea. Before addressing the roles of settlement and post-settlement processes on temperate rocky fishes we should precisely known where, when and how settlement and recruitment occur for has much species as possible. This knowledge is fundamental in order to plan an experimental design to answer those questions. Underwater investigations were carried by visual censuses at Elba Island, since 1994. Settlement of 30 species was monitored and microhabitat characteristics of settlement sites has been described.

The more common families settling in the area are Sparids, Labrids and Gobids. The Sparids select a strategy of settling in different period over the year, while Labrids essentially settles in the same months of the Summer, except for *Thalassoma pavo* which seems to settle in two different periods. Most of sparids settles at less than 2 m of depth. The very frequent assertion of a generalized close association of new juvenile fishes of littoral species with macrophytes, particularly phanerogames as *Posidonia oceanica*, should be ulteriorly specify, in fact most of those fishes settle and recruit outside Posidonia beds.

Bibliografia

BAILEY K.M., HOUDE E.D. (1989) - Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Advances in Marine Biology*, **25**: 1-81.

BEVERTON R.J.H., HOLT. J. (1957) - On the dynamics of exploited fish population. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food, UK, Series 2, **19**: 533 pp.

BIAGI F., GAMBACCINI S., ZAZZETTA M (1997) - Popolamento ittico di un area protetta all'Isola d'Elba. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 466-468.

BINI G. (1968) - *Atlante dei pesci delle coste italiane.* Mondo Sommerso Editrice, Roma.

CARR MH. (1991) - Habitat selection and recruitment of an assemblage of temperate zone reef fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **146**: 113-137.

DOHERTY P.J. (1991) - Spatial and temporal patterns in recruitment. In: *The Ecology of Fishes.* Peter F. Sale (Ed.), New Hampshire: 760 pp.

GARCIA-RUBIES A., MACPHERSON E. (1996) - Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Marine Biology*, in press.

GBRMPA (1978)- Great Barrier Reef Marine Park Authority, workshop on reef fish assessment and monitoring. *Workshop series* 2, Heron Island, Australia: 63 pp.

HARMELIN-VIVIEN ML., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. *Revue Ecologie (Terre Vie)*, **40**: 467-539.

HARMELIN-VIVIEN ML., HARMELIN J.G., LEBOULLEUX V. (1995) - Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, **300/301**: 309-320.

HELFMAN G.S. (1978) - Patterns of community structure in fishes: summary and overview. *Environmental Biology of Fishes*, **3** (1): 129-148.

HOUDE E.D. (1987) - Fish early life dynamics and recruitment variability. *American Fisheries Society Symposium*, **2**: 17-27.

LEVIN P. S. (1994) - Fine-scale temporal variation in recruitment of a temperate demersal fish: the importance of settlement versus post-settlement loss. *Oecologia*, **97**: 124-133.

MACPHERSON E. (1985) - Dinamics and organization of fish communities. *Nova Thalassia*, **7** (3): 43-62.

QUIGNARD J.P. (1966) - Recherches sur les Labridae (Poissons Téléostéens Perciformes) des côtes européennes - Systématique et Biologie. *Naturalia Monspeliensia*, **NN°**: 7-248.

RICHARDS W.J., LINDERMAN K. (1987) - Recruitment dynamics of reef fishes: planktonic processes, settlement and demersal ecologies, and fishery analysis: *Bull. Mar. Sc.*, **41** (2): 394-410.

RICKER W.E. (1954) - Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, **11**: 559-623.

ROSECCHI E. (1985) - *Ethologie alimentaire des Sparidae:* D. annularis, D. sargus, D. vulgaris, Pagellus erythrinus, Sparus aurata *du Golfe de Lion et des etangs palavasiens*. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France: 282 pp.

SALE P.F., DOHERTY O.J., ECKERT G.J., DOUGLAS W.A., FERREL D.J. (1984) - Large scale spatial and temporal variation in recrutment to fish populations on coral reefs. *Oecologia*, **64**: 191-198.

SHEPHERD J.G. (1982) - A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves. *J. du Conseil, Cons. Int. Expl. Mer*, **40** (1): 67-75.

STEPHENS J.S., JORDAN G.A., MORRIS P.A., SINGER M.M., Mc GOWEN G.E. (1986) - *Can we relate larval fish abundance to recruitment or population stability? A preliminary analysis of recruitment to a temperate rocky reef.* CalCOFI Report, **27**: 65-83.

ZAZZETTA M. (1996)- *Struttura dell'ittiofauna di un ambiente costiero mediterraneo.* Tesi di laurea, Università di Pisa.

ZAZZETTA M. (1997)- Valutazioni visive subacquee in snorkeling: la scelta della tecnica di rilevamento. *Biol. Mar. Medit.* **4** (1): 505-507.

Lavoro eseguito nell'ambito del progetto E.C.DGXIV/MED92-007, in collaborazione con i seguenti istituti: CEA - CSIC (Blanes), COM - CNSR (Marsiglia), EPHE (Perpigna), ICRAM (Roma).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 204-210

N. CASAVOLA

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

"DAILY FECUNDITY" DELLA POPOLAZIONE DI ACCIUGA NELLE ACQUE ADRIATICHE PUGLIESI

"DAILY FECUNDITY" OF THE ANCHOVY POPULATION IN THE APULIAN ADRIATIC SEA

Abstract

Spawning frequency, sex ratio, batch fecundity, female mean weight and daily fecundity of the South-Western Adriatic Engraulis encrasicolus *(L.) (Osteichthyes: Engraulidae) have been estimated from 45 samples taken in the month of July 1994. The spawning frequency was studied by the "postovulatory follicle method", while the batch fecundity was examined with "hydrated oocyte method".*

Key-words: Daily fecundity, *Engraulis*, Adriatic Sea.

Introduzione

La "Divisione di ricerche costiere" del Southwest Fisheries Center di La Jolla (California) ha sviluppato, agli inizi degli anni 80, un nuovo metodo per la stima della biomassa dei pesci a deposizione multipla, in particolare di Clupeidi ed Engraulidi, chiamato "metodo della produzione giornaliera di uova" (*Daily Egg Production Method*) (Parker, 1980; Stauffer e Picquelle, 1980; Lasker, 1985). L'applicazione di questo metodo richiede una stima della fecondità giornaliera della popolazione, $DF = \frac{R \times F \times S}{W}$ dove W = peso medio delle femmine, R = rapporto sessi, F = fecondità del lotto, S = frequenza di deposizione.

Scopo di questo lavoro è valutare, nelle acque del Basso Adriatico, la fecondità giornaliera della popolazione di *Engraulis encrasicolus* (L.) (Osteichthyes: Engraulidae), riproduttore multiplo.

Materiali e metodi

La presente indagine è stata effettuata tra il 3 luglio ed il 3 agosto 1994, durante il periodo di massima intensità di deposizione di *E. encrasicolus* (fig. 1) ed ha coperto gran parte della zona riproduttiva dell'area occidentale del Basso Adriatico. Sono state effettuate 58 pescate, di cui 45 positive per la cattura delle alici. Le coordinate geografiche delle stazioni di campionamento sono mostrate nella Tab. 1.

La ricerca è stata svolta in parte a bordo della nave oceanografica "Lo Bianco" (RE), impegnata in zona nella campagna di indagine "ecoacustica", ed in parte a bordo di imbarcazioni a noleggio e di imbarcazioni commerciali dotate di reti "volanti" (PT), "pelagiche a divergenti" (OT) e "cianciolo" (PS).

Dopo ogni pescata è stato preso, a caso, un campione di 800 g di alici, principalmente al fine di studiare il rapporto sessi su una quantità costante di individui.

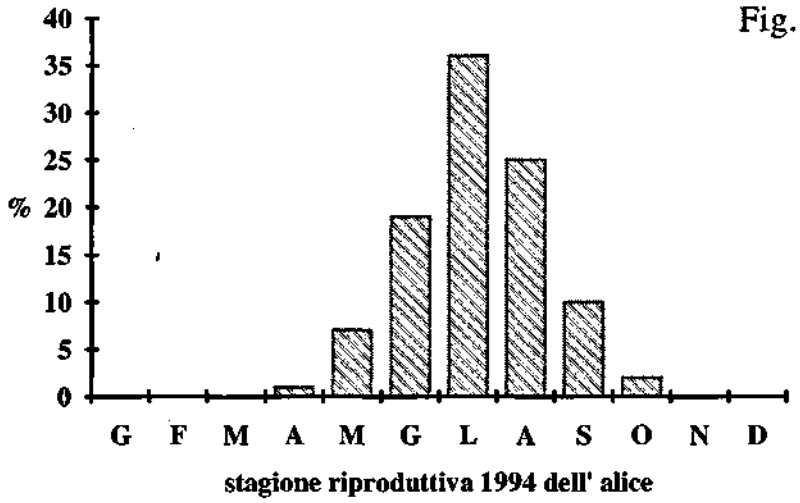


Fig. 1 - Variazioni mensili dell' intensità di deposizione di *E. encrasicolus* (%) determinata sulla base di prelievi quindicinali di uova in due stazioni fisse lungo la costa di Bari; media dei valori delle stazioni. Ricerca effettuata nel quadro del programma per la valutazione della biomassa di alice con il metodo "uova e larve".

Monthly variation in the intensity of deposition of *E. encrasicolus* (%) determined on the basis of the fortnightly egg samples in two fixed stations on the coast of bari; average values of the stations. Research carried out as part of programme for the evaluation of the biomass of anchovy reproducers using the "eggs and larvae" method.

A bordo, entro due ore dalla cattura, gli esemplari sono stati numerati, aperti ventralmente, separati per sesso; le gonadi delle prime 20 femmine sono state subito fissate in formalina tamponata al 10%. Qualora nei campioni di 800 grammi erano presenti meno di 20 femmine, ne venivano prelevate altre fino a raggiungre tale numero. Inoltre, per lo studio della fecondità del lotto, al fine di avere il numero maggiore possibile di femmine con oociti idratati, sono state prese altre femmine idratate, in aggiunta a quelle presenti nei campioni di 800 g.

Su tutti gli esemplari, a bordo o in laboratorio, sono stati rilevati le misure biometriche di lunghezza totale, peso totale, peso senza gonadi e peso eviscerato.

Tutti gli ovari sono stati studiati istologicamente, mediante sezioni di 5-6 μ colorate con ematossilina eosina. Vengono definiti "maturi" gli ovari con molti oociti con tuorlo che contemporaneamente possono contenere cellule atresiche in numero non superiore al 2-3 %. Le femmine mature possono essere in fase di deposizione (con oociti idratati) o in fase di inter-deposizione (presenza di follicoli postovulatori); l'incremento ulteriore di cellule atresiche indica la conclusione della stagione riproduttiva (Hunter e Macewicz, 1985).

Per determinare la fecondità del lotto è stato utilizzato il metodo degli oociti idratati proposto da Hunter e Goldberg (1980). Per la conta degli ovociti idratati da ciascun ovario sono stati rimossi, a caso, da parti diverse, tre pezzi di tessuto ovarico di circa 100 mg (±0,01 mg).

La frequenza di riproduzione (frazione di femmine che si riproducono al giorno) è stata determinata con l'analisi istologica dei follicoli post-ovulatori; i diversi stadi di deterioramento di questi follicoli sono stati classificati in tre fasce di età in base alla metodologia descritta da Hunter e Macewicz (1985):

- P0 giorno 0 nuovi follicoli post-ovulatori (0-8 ore)
- P0 giorno 1 follicoli post-ovulatori da 9 a 32 ore
- P0 giorno 2 follicoli post-ovulatori da 33 a 56 ore.

I parametri relativi agli adulti, sono stati stimati mediante medie pesate e varianze usando le equazioni di Picquelle e Stauffer (1985):

$$\overline{\overline{Y}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{m_i}{\overline{m}}\right)\overline{Y_i}}{n} \qquad (1)$$

$$Var\left(\overline{\overline{Y}}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{m_i}{\overline{m}}\right)^2\left(\overline{Y_i} - \overline{\overline{Y}}\right)^2\right]}{n(n-1)} \qquad (2)$$

Tab. 1 - Coordinate geografiche delle stazioni di campionamento positive per *E. encrasicolus* e dati utilizzati per calcolare il rapporto sessi medio.

Geographic coordinates of sampling stations positive for *E. encrasicolus* and data used to evaluate the mean sex ratio.

N° cala	Data	Ora	Tipo rete	Lat.	Long.	N°tot. ind	Femmine		Maschi	
							g	%	g	%
01	03/07/94	18,30	OT	41°39,8'	16°27,8'	64	582,9	72,3	223,1	27,7
02	03/07/94	20,30	OT	41°47,8'	16°32,0'	40	517,8	64,6	283,2	35,4
03	04/07/94	17,00	OT	41°32,8'	16°33,8'	44	365,6	45,2	443,6	54,8
04	04/07/94	18,30	OT	41°38,9'	16°41,2'	40	382,2	47,9	416,5	52,1
05	04/07/94	19,30	OT	41°35,1'	16°55,9'	38	437,5	54,6	363,5	45,4
06	06/07/94	05,15	PT	41°26,1'	16°38,9'	41	440,0	54,5	366,8	45,5
07	06/07/94	07,20	PT	41°37,9'	16°32,9'	43	381,2	47,3	425,4	52,7
08	06/07/94	09,45	PT	41°49,8'	16°22,1'	42	380,5	47,4	422,9	52,6
09	06/07/94	12,20	PT	41°56,5'	16°38,7'	40	407,4	50,2	404,4	49,8
10	06/07/94	14,45	PT	41°50,0'	16°47,9'	50	238,1	29,9	558,5	70,1
11	06/07/94	17,45	PT	41°42,8'	16°51,2'	42	439,0	54,3	370,0	45,7
12	06/07/94	19,15	PT	41°34,8'	16°47,0'	46	445,0	55,6	355,0	44,4
13	06/07/94	21,45	RE	41°55,8'	16°19,5'	49	435,2	54,1	369,0	45,9
15	07/07/94	05,30	PT	41°17,2'	16°49,2'	43	388,6	48,3	415,2	51,7
16	07/07/94	12,45	PT	41°17,2'	17°06,8'	43	397,0	50,1	394,7	49,9
18	07/07/94	17,00	PT	41°20,1'	16°47,3'	41	447,0	55,9	352,9	44,1
22	07/07/94	22,59	RE	41°16,7'	16°50,5'	40	546,9	68,3	253,5	31,7
24	08/07/94	11,22	RE	41°15,9'	16°58,0'	39	470,6	58,5	333,6	41,5
25	08/07/94	16,01	RE	41°09,0'	17°04,8'	43	351,0	43,9	448,9	56,1
26	08/07/94	17,30	OT	41°03,5'	17°17,5'	37	483,1	59,8	324,6	40,2
27	08/07/94	18,50	OT	41°05,0'	17°24,9'	37	521,2	65,3	276,9	34,7
28	08/07/94	21,15	OT	40°56,8'	17°30,9'	39	437,9	54,4	367,5	45,6
29	09/07/94	22,14	RE	40°53,6'	17°35,5'	45	341,6	42,1	469,2	57,9
30	10/07/94	05,10	PT	41°20,2'	16°42,1'	57	250,2	31,1	555,1	68,9
31	10/07/94	16,30	PT	41°07,2'	17°11,9'	39	444,0	54,5	370,0	45,5
32	10/07/94	22,50	PS	41°13,0'	17°09,1'	42	373,7	47,0	422,2	53,0
36	11/07/94	23,20	PS	41°52,0'	16°31,3'	47	361,8	42,5	438,8	54,8
37	12/07/94	23,50	PS	41°48,1'	16°41,2'	50	257,8	31,7	556,3	68,3
40	17/07/94	22,15	PS	40°57,5'	17°24,5'	45	366,4	45,3	443,0	54,7
41	18/07/94	22,40	PS	41°08,1'	17°19,2'	46	345,9	43,0	459,2	57,0
42	21/07/94	22,30	PS	41°30,0'	16°48,8'	49	362,7	44,8	446,1	55,2
43	21/07/94	23,45	PS	41°30,5'	16°54,3'	57	241,1	30,5	550,0	69,5
44	22/07/94	03,50	PS	41°01,8'	17°32,1'	62	250,4	31,1	554,6	68,9
45	26/07/94	22,45	PS	41°27,5'	16°31,2'	48	498,8	62,6	297,7	37,4
46	28/07/94	00,30	PS	41°21,9'	17°04,8'	30	562,0	70,1	240,0	29,9
47	01/08/94	01,05	PS	41°23,2'	16°48,2'	49	302,1	38,1	490,1	61,9
48	01/08/94	03,30	PS	41°24,1'	16°47,9'	49	327,9	40,9	474,2	59,1
49	01/08/94	17,20	PT	41°33,7'	16°21,6'	52	300,4	36,9	514,7	63,1
50	01/08/94	19,30	PT	41°43,6'	16°19,8'	61	166,9	20,6	642,0	79,4
53	02/08/94	16,30	PT	41°44,4'	16°26,0'	44	550,5	68,0	259,2	32,0
54	02/08/94	18,20	PT	41°43,0'	16°38,0'	36	555,1	68,7	253,4	31,3
56	02/08/94	18,55	PT	41°42,9'	16°41,8'	61	630,4	78,6	171,9	21,4
55	02/08/94	22,20	PS	41°07,1'	17°07,5'	36	695,4	86,8	105,6	13,2
57	03/08/94	16,25	PT	41°33,2'	16°39,2'	40	501,6	62,2	304,4	37,8
58	03/08/94	18,05	PT	41°40,8'	16°46,5'	61	139,2	17,4	658,9	82,6

dove m_i è il numero di pesci della i-esima cala; $\overline{m}$ è il numero medio di pesci per cala; n è il numero di cale; $\overline{Y_i} = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Y_{ij}}{m_i}$ è il valore medio della i-esima cala; Y_{ij} è il valore osservato per l' j-esimo pesce della i-esima cala.

Per quanto riguarda la fecondità media del lotto di tutte le femmine mature, la varianza complessiva è stata stimata secondo il metodo di Draper e Smith

(1981), a partire dalla varianza calcolata per le femmine effettivamente esaminate (equaz. 2) (Picquelle e Stauffer, 1985).

Risultati e discussione

Tutte le femmine raccolte durante il periodo d'indagine sono risultate "mature" all'esame istologico.

Il peso medio delle femmine mature intere è stato calcolato usando l'equazione (1) ($Y = W$), dove $\overline{W_i}$ è il peso medio del corpo intero delle femmine mature della i-esima cala.

Il peso delle femmine con oociti idratati è stato corretto per eliminare il surplus temporaneo di peso causato dalla ritenzione idrica pre-deposizione (Fulton, 1898); a tal fine è stata usata la seguente regressione, valutata su femmine mature senza oociti idratati:

$$W = -0{,}1343 + 1{,}0607 \times W^* \qquad r^2 = 0{,}997$$

dove W = peso intero delle femmine in grammi e W^* = peso delle femmine senza ovari in grammi.

Il peso medio intero delle femmine e il coefficiente di variazione sono riportati nella Tab. 2.

Tab. 2 - Parametri biologici e *daily fecundity* della popolazione di *E. encrasicolus* nelle acque adriatiche pugliesi; coefficiente di variazione in parentesi. Indagine 3 luglio-3 agosto 1994.

Biological parameters and daily fecundity of the *E. encrasicolus* population from the Apulian Adriatic Sea; coefficient of variation in brackets. Survey 3 July-3 August 1994.

Peso medio delle femmine (g)	W	18,57	(0,031)
Fecondità del lotto (n° uova/lotto per femmina matura)	F	11.866	(0,032)
Frazione di femmine mature che depongono al giorno (giorno-1)	S	0,163	(0,079)
Rapporto sessi in peso (femmine/totale)	R	0,547	(0,048)
Fecondità giornaliera (n° uova/giorno-g)	DF = SRF/W	56,97	(0,123)

Per lo studio della frequenza di deposizione sono state utilizzate 900 femmine, 20 per pescata. Dopo aver raggruppato i follicoli post-ovulatori nelle tre fasce di età, per ciascun campione è stata considerata soltanto la frazione di femmine mature con follicoli post-ovulatori di giorno 1 e, quindi, calcolata la media e la varianza di tutti i campioni raccolti mediante le equazioni (1) e (2) dove ($Y = S$) (Casavola *et al.*, 1996a).

Il valore di frequenza di deposizione e il coefficiente di variazione sono riportati nella Tab. 2.

Per la stima della fecondità del lotto (F), le singole osservazioni non sono state studiate direttamente ma stimate con la relazione tra la fecondità del lotto ed il peso privo di ovari di quelle femmine che presentavano ovociti idratati. Per

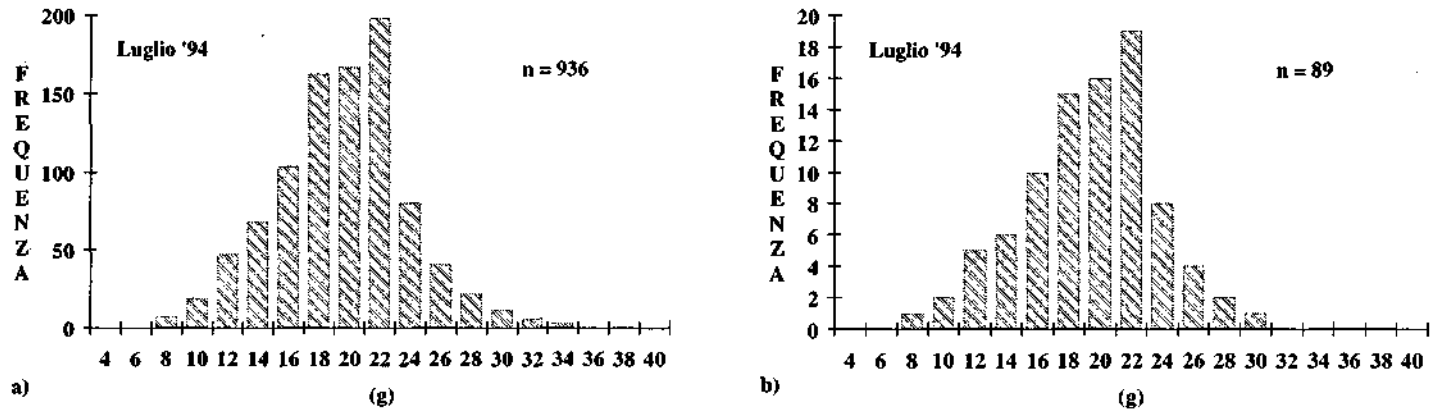


Fig. 2 - Distribuzione della frequenza del peso di tutte le femmine mature prive di ovario (a); distribuzione della frequenza del peso delle femmine idratate usate per la stima della regressione tra la fecondità del lotto ed il peso delle femmine prive di ovari (b).

Weight frequency distribution of all mature ovary-free females (a); Weight frequency distributions of hydrated females used for the estimate of the regression between the batch fecundity and the weight of ovary-free females (b).

il conteggio degli oociti idratati, su 111 femmine con oociti idratati raccolte durante la crociera, ne sono state utilizzate 89 scelte in modo che la distribuzione del peso delle femmine "idratate" senza ovari rispecchiasse il più possibile la distribuzione del peso di tutte le femmine mature senza ovario (fig. 2).

Sono stati studiati diversi modelli di regressione (Casavola *et al.*, 1996b; Casavola *et al.*, 1996c; Bello e Casavola, 1997) e si è scelto come modello più conveniente per esprimere la relazione tra la fecondità del lotto (F) ed il peso delle femmine "idratate" prive di ovari (W_h^*) quello lineare pesato (Hunter e Goldberg, 1985):

$$F = -1104{,}7 + 707{,}7 \times W_h^* \text{ pesata} \qquad (r^2=0{,}82)$$

Il valore della fecondità media del lotto e il coefficiente di variazione sono riportati nella Tab. 2.

Il rapporto sessi è stato calcolato come proporzione percentuale in peso delle femmine (Tab. 1). I valori del rapporto sessi variano considerevolmente, da campione a campione, da un minimo di 17,4% ad un massimo di 86,8%, a conferma di quanto riportato da alcuni autori (Hunter e Goldberg, 1980; Alheit *et al.*, 1984), i quali avanzano l'ipotesi che il rapporto sessi varia considerevolmente nella pescata a seconda dell'ora della cattura, della condizione riproduttiva, della località di pesca e del tipo di rete usata. Il valore medio complessivo è riportato in Tab. 2.

Utilizzando i parametri biologici relativi agli adulti, è stata calcolata la fecondità giornaliera, espressa come numero di uova/giorno per grammo di riproduttore, il cui valore con il relativo coefficiente di variazione è riportato nella Tab. 2.

La fecondità giornaliera della popolazione di *E. encrasicolus* così ottenuta è simile a quelle riportate da Garcia *et al.*, 1995 (69,81 oociti/giorno g di riproduttore: mare Catalano e golfo del Leone; 69,63: mare Ligure e N-Tirreno), ma più bassa dei valori ottenuti da Palomera e Pertierra (1993) (100,1: mare Catalano). In quest' ultimo caso il più elevato valore della fecondità giornaliera della popolazione di acciuga è ascrivibile a valori più alti sia della fecondità del lotto sia della frequenza di deposizione.

Le analisi istologiche degli ovari dell'acciuga hanno anch'essi fornito informazioni aggiuntive riguardanti la biologia riproduttiva. In conclusione si può affermare che tutta la popolazione dell'acciuga è risultata sessualmente matura durante il

picco della stagione riproduttiva; la quantità di cellule atresiche è inferiore al 2 % del totale degli oociti con tuorlo, ad ulteriore riprova del fenomeno di deposizione multipla (Hunter e Macewicz, 1985); le acciughe più giovani hanno mostrato livelli di frequenza di riproduzione simili a quelli delle acciughe più vecchie (Casavola *et al.*, 1996a); l'idratazione inizia la mattina presto, continua per tutto il giorno e quindi gli individui si trovano pronti per l'emissione di notte (Casavola *et al.*, 1996b).

Summary

The *Daily Egg Production Method* (DEPM) (Lasker, 1985) defines the spawning biomass as the ratio between the daily production of eggs in the sea and the daily fecundity of the adult population. The present work aims at determining the daily fecundity of *Engraulis encrasicolus* (L.) (Osteichthyes: Engraulidae) in the waters of the lower Adriatic Sea.

In order to know the daily fecundity (*DF*), it is necessary to determine the females' average weight (*W*), the sex ratio (*R*), the batch fecundity (*F*), and the spawning frequency (*S*), according to the formula: $DF = \frac{R \times F \times S}{W}$

The batch fecundity was determined using the hydrated oocyte method (Hunter and Goldberg, 1980), while the spawning frequency was evaluated by means of the postovulatory follicle method (Hunter and Macewicz, 1985).

45 samples of *E. encrasicolus* were collected mainly on board the oceanographic ship "Lo Bianco" (RE), engaged in the same area in an echoacustic survey campaign; a minor number of catches were made from either commercial or chartered vessels fitted with "midwater pair trawls (PT)", "midwater otter trawls (OT)" and "purse seine (PS)" during the reproduction peak (Tab. 1).

The biological parameters referring to adults (Tab. 2) were estimated by means of weighted averages and variances using the Picquelle and Stauffer's equations (1985). The daily fecundity of *E. encrasicolus* was 56.97 eggs/gram, with a coefficient of variation of 0.123.

The histological analyses of the anchovy ovaries, besides the study of the spawning frequency, gave more important information on reproduction biology: the whole population of anchovy proved to be sexually mature during the peak spawning season; hydratation begins early in the morning, goes on during the day and, finally, at night the individuals are ready for the emission.

Bibliografia

ALHEIT J., ALARCON V.H., MACEWICZ B.J. (1984) - Spawning frequency and sex ratio in peruvian anchovy, *Engraulis ringens. CalCOFI Rep.*, **25:** 43-52.

BELLO G., CASAVOLA N. (1997) - La relazione fra fecondità del lotto e peso corporeo nelle femmine di alice, *Engraulis encrasicolus* (L.), dell' Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 188-194.

CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., RIZZI E. (1996a) - Frequenza di deposizione di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell'Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 531-533.

CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1996b) - Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the south-western Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (2-3): 369-377.

CASAVOLA N., RIZZI E., DE RUGGIERI P. (1996c) - "Batch fecundity" di *Engraulis encrasicolus* (L.) nell' Adriatico meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 537-539.

DRAPER N.R., SMITH H. (1981) - *Applied regression analysis*. 2d ed. John Wiley, New York: 407 pp.

FULTON T.W. (1898) - On the growth and maturation of the ovarian eggs of the teleostean fishes. *Ann. Rep. Fish. Board Scotl.*, **16**: 88-124.

GARCÍA A., PALOMERA I., RUBÍN I.P., PERÉZ N., GIOVANARDI O., RUBIÉS P. (1995) - Daily egg production spawning biomass of the North-Western Mediterranean anchovy during 1993 (Catalan Sea, Gulf of Lions and Ligurian-N Tyrrhenian Seas. *Rapp. Comm. int. Médit.*, **34**: 243.

HUNTER J.R., GOLDBERG S.R. (1980) - Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax. Fishery Bulletin*, **77** (3): 641-652.

HUNTER J.R., MACEWICZ B.J. (1985) - Rates of atresia in the ovary of captive and wild Northern anchovy, *Engraulis mordax. Fishery Bullettin*, **83** (2): 119-136.

LASKER R. (1985) - An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax. NOAA Tech. Rep. NMFS*, **36**: 1-99.

PALOMERA I., PERTIERRA J.P. (1993) - Anchovy biomass estimate by the daily egg production method in 1990 in the western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 243-251.

PARKER K. (1980) - A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. *Fish. Bull. U.S.*, **78**: 541-544.

PICQUELLE S.B., STAUFFER G.B. (1985) - Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assessment. In R. Lasker (editor). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application in the northern anchovy, *Engraulis mordax, NOAA Technical Rep. NMFS*, **36**: 7-16.

STAUFFER G.B., PICQUELLE S.J. (1980) - *Estimates of the 1980 spawning biomass of the central subpopulation of northern anchovy. Southwest Fisheries Centre, Admir Rep.*, LJ-80-09: 41 pp.

Ricerca effettuata nell' ambito del programma "Risorse biologiche piccoli pelagici" finanziato dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 211-216

A. Cefali, A. Potoschi, R. Bruno, G. Cavallaro, A. Manganaro, F. Costa

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone, 31 - 98166 Messina, Italia.

ANALISI QUALI-QUANTITATIVA DEL NOVELLAME DI POPOLAZIONI ITTICHE LUNGO LA COSTA TIRRENICA SICILIANA ED OSSERVAZIONI SUL PERIODO RIPRODUTTIVO DI ALCUNE SPECIE

THE QUALITATIVE-QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE FIRST JUVENILE STAGES OF FISH IN SICILIAN TIRRENIC COAST, AND OBSERVATIONS ABOUT THE REPRODUCTIVE PERIODS OF SOME SPECIES

Abstract

The annual qualitative-quantitative study of the first juvenile stages of fish and the identifying of the reproductive periods in the investigated area. A larger quantity of fish have been caught in winter-spring. The species more representative have been: G. cicerellus *(Rafinesque, 1810)* S. pilchardus *(Walbaum, 1792),* E. encrasicholus *Cuvier 1817, e* S. aurita *Valenciennes 1847.*

Key-words: juveniles, stages, fishery, South Tyrrenian Sea.

Introduzione

Studi sul "novellame" e sulla sua composizione quali-quantitativa sono stati eseguiti da Mancini e Cavinato, 1969; Marano *et al.* (1981); Regner, 1982; Rizzoli (1983); Froglia e Gramitto (1989); Ungaro *et al.* (1994); in Adriatico; Romanelli *et al.* (1994) nello Ionio; Iannibelli e Levi (1995); Baino *et al.* (1995); Relini *et al.* (1996) nel Tirreno. In Sicilia le prime leggi che regolavano la pesca del novellame furono promulgate già all'epoca del "Regno delle due Sicilie".

Attualmente lungo la costa tirrenica siciliana quest' attività di pesca coinvolge oltre 300 imbarcazioni, che possono praticare questo tipo di pesca solo dopo che annualmente l'Assessorato Cooperazione Artigianato Commercio e Pesca della Regione Siciliana stabilisce un periodo di pesca non superiore a due mesi tra il 1 dicembre ed il 30 aprile. Al fine di valutare la compatibilità di quest' attività di pesca con una razionale gestione delle risorse ittiche, si è ritenuto opportuno determinare, con una serie di pescate sperimentali, tutte le specie pescate che rientrano nelle dimensioni di novellame; inoltre in relazione alla loro variabile presenza nel tempo, si è riesaminata la durata dei cicli riproduttivi di alcune di esse.

Materiali e metodi

La ricerca si è svolta dal novembre 1994 all'ottobre 1995, con campionamenti quindicinali tra le isobate di 5 e 10 metri. L'area d'indagine, rappresentativa del tratto di costa compresa tra Capo Peloro e la foce del fiume Pollina, è stata individuata tra S.Agata di Militello e Capo d'Orlando (Fig. 1), dove svolgono attività di pesca numerosi pescherecci, sia locali che provenienti da marinerie limitrofe. Per la ricerca, è stato noleggiato un motopesca che, stagionalmente,



Fig. 1 - Area della ricerca.

Area of the research.

esercita la pesca professionale del novellame con sciabica da natante le cui caratteristiche vengono illustrate nella (Fig. 2). A bordo, veniva registrato il numero di cale effettuate e le catture per cala espresse in Kg. Per ogni cala, la cui resa ponderale superava i 500 g, veniva prelevato un subcampione per determinare

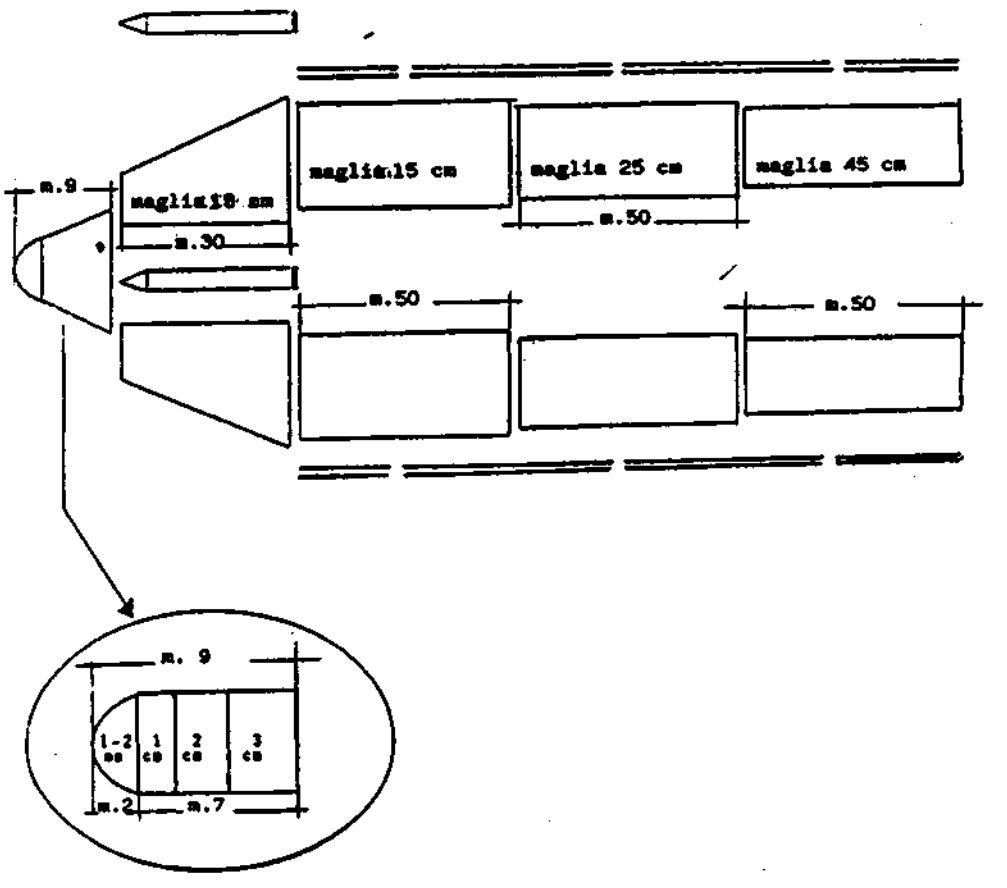


Fig. 2 - Schema del tipo di rete utilizzata.

Scheme about type of net used.

le specie di appartenenza degli esemplari catturati di cui è stato rilevato il peso, espresso in grammi, per calcolare successivamente la composizione percentuale ponderale delle singole specie rinvenute.

Risultati e conclusioni

Nella tabella 1 vengono riportate tutte le specie rinvenute nei vari campionamenti. Inoltre, nella (Fig. 3) viene evidenziata la distribuzione dei valori percentuali ponderali nei diversi mesi dell'anno, nella quale appare evidente come i mesi più proficui sono quelli di febbraio marzo e aprile.

In particolare *G.cicerellus*, *S.pilchardus*, *E.encrasicholus* e *S.aurita*, sono risultate maggiormente rappresentate con valori rispettivamente pari a 52.95%, 32.42%, 6.92% e 2.87, seguite da *S.smaris (1.9%)*, *A. minuta* (0.35%) e *P. marmoratus* (0.17%)

Tab.1 - Elenco delle specie campionate.

List of species sampled.

Aphia minuta (Risso, 1810)
Apogon imberbis (Linnaeus, 1758)
Boops boops (Linnaeus, 1758)
Boops salpa Risso 1810
Bothus podas (Delaroche, 1809)
Callionymus phaeton Gunther 1861
Caranx fusus Geoffroy Saint-Hilaire 1809
Caranx rhonchus Geoffroy Saint-Hilaire, 1817
Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837)
Diplodus annularis (Linnaeus, 1758)
Engraulis encrasicholus Cuvier 1817
Gobius sp.
Gymnammodytes cicerellus (Rafinesque, 1810)
Lithognathus mormyrus (Linnaeus, 1758)
Maena maena (Linnaeus, 1758)
Mullus barbatus Linnaeus, 1758
Mullus surmuletus Linnaeus, 1758
Pagellus acarne (Risso, 1826)
Pagellus centrodontus Delaroche, 1809
Pagellus erythrinus Linnaeus, 1758
Pomatoschistus marmoratus (Risso, 1810)
Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)
Sardinella aurita Valenciennes 1847
Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758)
Spicara smaris (Linnaeus, 1758)
Spondyliosoma cantharus (Linnaeus, 1758)
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)
Trigla lucerna Linnaeus 1758

Nella (Tab. 2) invece, viene riportata la distribuzione mensile in peso di ogni singola specie, dalla quale si evidenzia che le specie che compongono il novellame seguono una precisa successione nel tempo, per cui a partire dal mese di gennaio la maggior parte del campione è costituito da *S.aurita* 86.6% (I quindicina) e 79.6% (II quindicina), seguono *S.pilchardus* 82.7% (I quindicina) e 62.9% (II quindicina) e *G.cicerellus* 37% (II quindicina). Da marzo a giugno quest'ultime due rimangono le specie più rappresentative mentre *P.acarne*, *T.trachurus*, *T.lucerna*, *C.phaeton*, *A.minuta* e *M.maena* presentano valori molto bassi. Nella seconda metà di giugno scompare *G.cicerellus*, mentre *S.pilchardus* raggiunge il 99.2% del pescato.

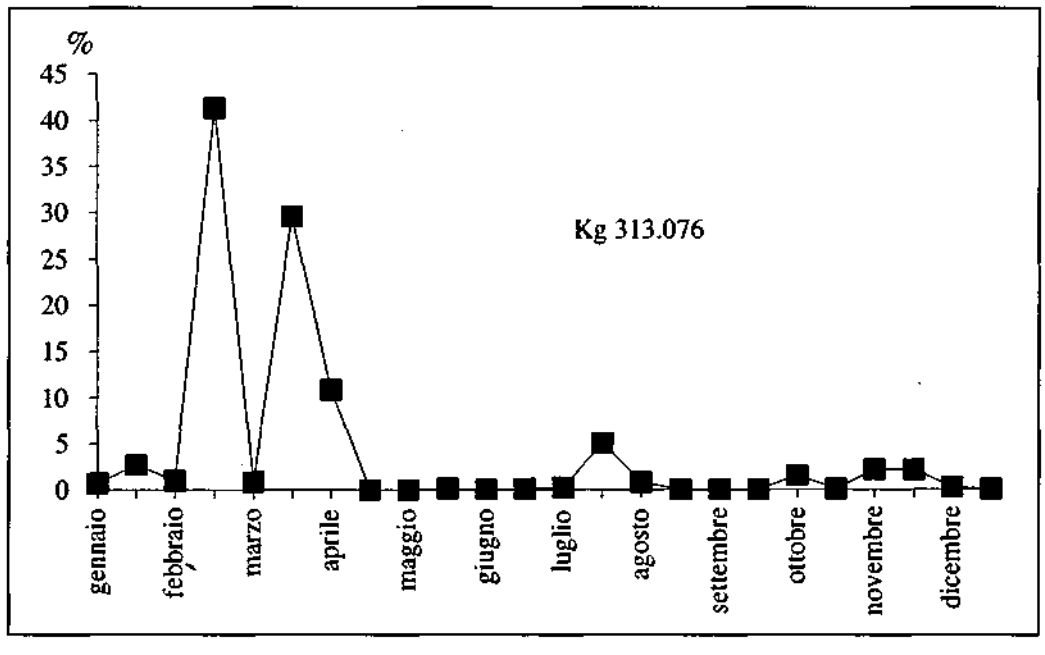


Fig. 3 - Distribuzione % del peso.

Distribution of weight %.

Tab.2 - Distribuzione mensile dei valori percentuali del peso di ogni singola specie suddivisi in prima e seconda quindicina del mese.

Monthly distribution of values per cent about weight of each single specie, divided in the firsth end second about fifteen of month.

	Gen.		Feb.		Mar.		Apr		Mag		Giu.		Lug		Ago		Ott.		Nov		Dic.	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
E. encrasicolus	2.3	0.7	7,4										63,7	58	1.6		19.1	9,4	2,9	82.9	90,3	39,3
L. mormyrus														2,9	37,9		2,2		3,3	15		
P. acarne							0,7													1,1		41,5
T. trachurus							0,5							0,7			12,5			0,8		
A. minuta	9,2	19,6	9,8		2,4					0,1			10,2								5,5	8,3
S. aurita	86,6	79,6											1,7	2	3,6		2,2				1,5	9,9
B. salpa																					2,5	
P. centrodontus																	0,01					0,8
G. cicerellus	1,7			37		91,9	4,5			76,5												
S. pilchardus			82,7	62,9	97,5	8	93,3			15,6		99,2		1,1								
C. phaeton							0,2															
T. lucerna							0,5															
M. maena										7,7												
S. cantharus												0,7		0,6			1,2					
P. marmoratus													10,5	2,9	4,3		0,07					
M. barbatus													1,7	2,6	40,5		6,5		22			
M. surmuletus													2,3	2,8								
P. erythrinus													0,1	1,4	3,9		7,2		14,7			
S. sphyraena													0.5	0,4	0,7							
B. boops														6,5			5,2		8,8			
B. podas														0,3	7,2			26,5	10,7			
C. rhonchus													8,8									
S. smaris														17			39,6	63,9	37,2			
D. annularis														0,1								
Gobius sp.																	0,006					
C. fusus																	3,6					
A. imberbis																	0,002					
D. quadrimaculatus																			0,05			

Succede quindi, *E.encrasicholus* con il 63.7% e 58% mentre il restante 30% è costituito da: *A.minuta, P.marmoratus, C.rhonchus* e *S.smaris.*

In agosto, la presenza di *E.encrasicholus* è molto ridotta (1.6%) e compaiono *L.mormyrus* con il 37.9% e *M.barbatus* con il 40.5%.

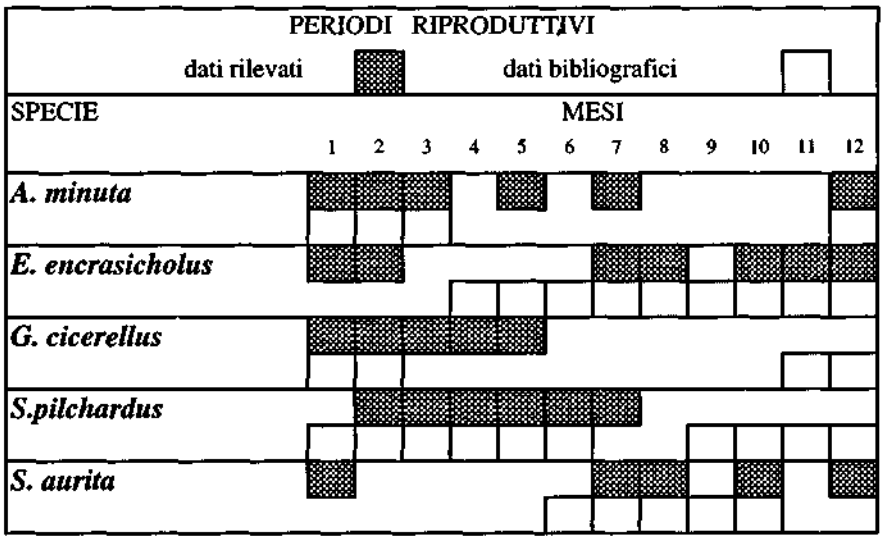
Da ottobre a dicembre è costante la presenza di *E.encrasicholus,* con valori percentuali gradatamente crescenti fino a raggiungere il 90.3% nella prima metà del mese di dicembre; all'aumento percentuale di *E.encrasicholus* coincide una diminuzione di *S.smaris,* non più presente nei campioni dalla seconda metà di novembre.

Nella seconda quindicina di dicembre, la situazione viene nuovamente modificata scendendo la percentuale di *E.encrasicholus* al 39.3% per essere sostituita dalle specie: *P.acarne*, *A.minuta* e *S.aurita*, con valori che non raggiungono il 10%.

Il campionamento di stadi larvali, post-larvali e primi stadi giovanili di alcune specie ha fornito nuove indicazioni sui loro periodi riproduttivi che, confrontati con quelli disponibili in bibliografia, (Bini, 1969; Lo Bianco, 1956; Tortonese,

Tab. 3 - Confronto periodi riproduttivi.

Periods reproductive observed.



1975) hanno fatto rilevare differenze nella durata e nel periodo (Tab. 3). Infatti è emerso che il periodo riproduttivo di *A.minuta* si protrae fino al mese di luglio; quello di *E.encrasicholus* si diversifica perché è compreso tra luglio e febbraio invece che tra aprile e novembre; *G.cicerellus* inizia a riprodursi a gennaio fino a maggio; *S.pilchardus*, dai nostri campionamenti mostra un ciclo riproduttivo più breve rispetto a quello noto (febbraio - luglio); infine, *S.aurita* ha fatto rilevare un prolungamento del suo ciclo di riproduzione che si protrae di tre mesi fino a gennaio.

La ricerca, limitata ad un solo anno di osservazioni, ha fornito dati quantitativi e qualitativi sulla distribuzione temporale del novellame nell'area di pesca considerata, della quale non si conoscevano dati utili per un'eventuale regolamentazione dell'attività di cattura.

È auspicabile che tale tipo d'indagine venga periodicamente verificata soprattutto per poter confermare la periodicità delle presenze di alcune specie nell'arco dell'anno.

Summary

The authors report about a research along sicilian Tyrrhenian coast, where the fishing of first juvenile stages of fish is intensely practised for two months in a year by over 300 boats. It has taken a qualitative-quantitative analysis of the species that constitute the first juvenile stages of fish and the period of their reproductive cycle has been calculated among some of them. The catches have been more profitable on February, March and April. *G. cicerellus, S. pilcherdus, E. encrasicholus* have resulted the species most rapresentative in a total or 28 species discovered. The periodic presence of some species during the year, has pointed out a lengthening of the reproductive periods that known in bibliography, in *A. minuta, E. encrasicholus, G. cicerellus* and *S. aurita,* while *S. pilchardus* have pointed out a reproductive cycle that is reduced.

Bibliografia

BAINO R., AUTERI R., DONATI L. (1996) - Crescita e reclutamento alla pesca del rossetto. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 525-526.

BINI G. (1969) - *Atlante dei Pesci delle coste italiane,* Mondo Sommerso Editrice, 7:200 pp.

FROGLIA C., GRAMITTO M.E. (1989) - La pesca del Rossetto (*Aphia minuta*) nel Medio Adriatico. *Nova Thalassia*, **10** (1): 447-455.

IANNIBELLI M., LEVI D. (1995) - Stadi larvali, postlarvali e giovanili di *Sardina pilchardus* (Walb.) nel golfo di Salerno: alcune osservazioni sulla biologia e la pesca. *Atti 56° Congresso U.Z.I.*, Reggio Calabria, 2-7 ottobre, 317-318.

LO BIANCO S. (1956) - Fauna e flora del golfo di Napoli. 38° Monografia, uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Stazione Zoologica di Napoli.

MANCINI L., CAVINATO G. (1969) - Osservazioni morfologiche e biometriche sul Gobiide *Aphya minuta* nell'Adriatico centrale e alcune considerazioni in rapporto alla pesca. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **24** (1): 49-61.

MARANO G., CASANOVA N., VACCARELLA R. (1981) - Pesca del "Bianchetto" in terra di Bari. *Quad. Lab. Tecnol.: Pesca*, **3** (1 suppl.) 101-110.

REGNER S. (1982) - Investigations of qualitative and quantitative composition of the larval fish stages in the plankton at the high sea of the Central Adriatic. *Stud. Mar.*, (11-12): 45-60.

RELINI G., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1996) - Una risorsa costiera: il Rossetto *Aphia minuta mediterranea* - De Buen 1931 (Osteichthyes: Gobidae). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 205-213.

RIZZOLI M. (1983) - Considération sur la pêche du "Bianchetto" en Adriatique. *FAO Fisheries Report.*, **290**: 233-234.

ROMANELLI M., GIOVANARDI O., TARULLI E., MANZUETO I. (1994) - Analisi quali-quantitativa del prodotto commerciale derivante dalla pesca del "Bianchetto" nel compartimento marittimo di Crotone (Mar Ionio). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 301-302.

TORTONESE E. (1975) - *Osteichthyes, Pesci Ossei. Fauna d'Italia,* Calderini, Bologna.

UNGARO N., CASAVOLA N., MARANO G., RIZZI E. (1994) - "Bianchetto" and "Rossetto" fry fisheries in the Manfredonia gulf: effort exerted and catch composition. *Oebalia,* **20**: 99-106.

Lavoro eseguito con il contributo della Regione Siciliana - Assessorato Cooperazione Commercio e Pesca.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 217-222

F. CORSI, G.D. ARDIZZONE*

Istituto di Ecologia Applicata, Via L. Spallanzani, 32 - 00161 Roma, Italia.
*Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università degli Studi "La Sapienza" - Roma, Italia.

INDIVIDUAZIONE STATISTICA DI AREE DI CONCENTRAZIONI DI STADI GIOVANILI DI SPECIE ITTICHE

STATISTICAL IDENTIFICATION OF AREAS OF CONCENTRATION OF JUVENILES OF FISH SPECIES

Abstract

Starting from the data collected during demersal trawl survey campaigns a method was developed to identify areas of concentration of juveniles of target species. The method is based on the comparison between the observed frequency distribution of yelds and an hypothetical frequency distribution uniform in space.

Key-words: Nursery, Identification, Statistical Method, Kolmogorov-Smirnov test.

Introduzione

L'importanza del reclutamento nella gestione delle risorse ittiche ha sicuramente condizionato il crescente interesse della ricerca verso approfondimenti relativi alla comprensione dei suoi meccanismi (Carr, 1991; Doherty, 1991; Lincoln Smith *et al.,* 1991).

In particolare in Mediterraneo, mare ad elevato prelievo da pesca, la conoscenza temporale e spaziale del reclutamento diviene prioritaria per un miglioramento della gestione delle risorse e ricerche in tal senso sono state recentemente realizzate. (Garcia Rubies e Macpherson, 1995; Harmelin-Vivien *et al.,* 1995).

Nell'ambito dell'analisi spaziale, l'individuazione di aree dove si concentrano individui appartenenti a specifiche classi di lunghezza, identificabili ad esempio con gli stadi giovanili, può rivestire un notevole interesse qualora si riesca ad ottenere una descrizione efficace ad ampia scala geografica.

In questo lavoro viene proposto un metodo statistico per la definizione delle aree di concentrazione basato sui dati di resa in numero di individui orario ottenuti da pescate sperimentali a strascico. Il metodo è stato quindi applicato ai dati di *Merluccius merluccius* ottenuti nel corso delle campagne di pesca sperimentali del triennio 85-87 nella zona del Tirreno centrale, finanziate dal Ministero delle risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Materiali e metodi

Il modello utilizzato si basa su tre assunti di fondo:

1. Dal punto di vista operativo la nursery è stata definita come un'area di concentrazione statisticamente significativa di individui di dimensioni inferiori ad una taglia data.
2. Le abbondanze numeriche di individui con determinate caratteristiche rilevate in differenti punti dello spazio sono un indice dell'uso dello spazio operata

da parte di tali individui. Maggiore il numero di individui, e più intenso (frequente) sarà l'uso di quella specifica area.

3. Tutti gli individui al disotto di una determinata taglia possono essere considerati giovani.

Con queste premesse è stato possibile impostare un modello in grado di valutare l'attendibilità statistica delle aree di concentrazione e di individuarne i limiti.

A titolo di esempio facciamo riferimento al caso illustrato in figura 1 in cui abbiamo una certa distribuzione spaziale esemplificativa dei numeri di individui.

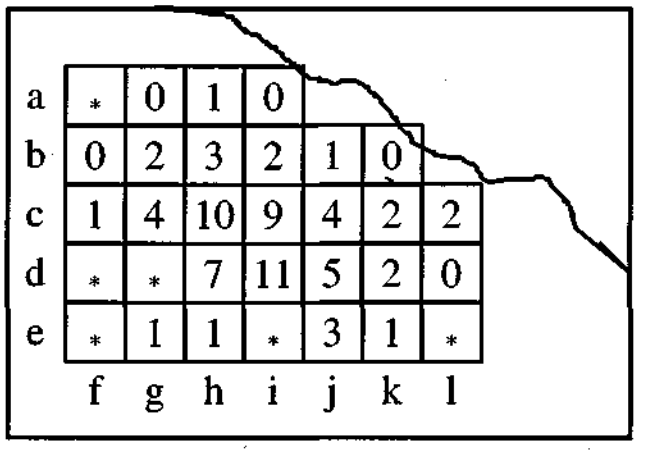


Fig. 1 - Distribuzione esemplificativa. I numeri rappresentano gli individui catturati in ciascuna cella (* celle non campionate).

Hypothetical distribution used in the example. Numbers represent the individuals captured within each cell (* unsampled cells).

Se gli animali fossero distribuiti uniformemente nello spazio, cioè se non vi fosse una selezione per una specifica zona della nostra area di studio, ci aspetteremmo di trovare in ciascuna cella 2,88 individui. Il numero totale di individui presenti nella nostra area (72) diviso il numero di celle campionate (25). Il che equivale a dire che, avendo campionato in 25 celle è attesa una porzione di animali pari ad 1/25 (0,04) del totale della popolazione. Nella realtà osserviamo che le proporzioni di animali osservate sono di 11/72 (0,153) nella cella DI, di 10/72 (0,1388) in CH, di 9/72 (0,125) in CI e così via per arrivare a 0 in corrispondenza delle celle AG, AI, BF, BK, DL. Disponendo in ordine crescente i valori delle proporzioni osservate e riportandoli in un grafico insieme al valore di confronto relativo alla distribuzione uniforme osserviamo che il punto di intersezione tra le due linee identifica il livello di abbondanza minimo osservato per cui l'utilizzo dell'area si discosta da un uso uniforme (fig. 2).

Di questo scostamento da una distribuzione uniforme e conseguentemente del valore che ne determina la soglia, può essere valutata la significatività statistica

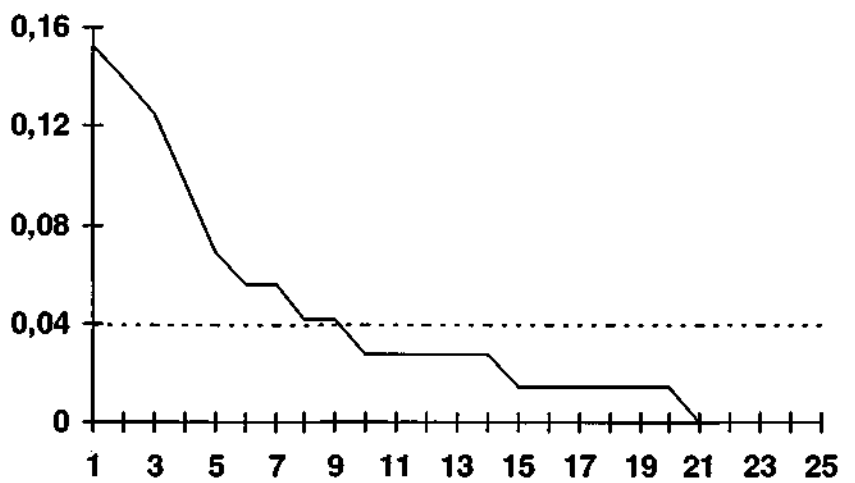


Fig. 2 - Distribuzione di frequenza per cala del numero di individui catturati disposti in ordine decrescente. La linea tratteggiata è valore di riferimento della distribuzione uniforme.

Frequency distribution of the number captured per haul sorted in decreasing order. Dotted line represents the reference value of the uniform distribution.

utilizzando il test di Kolmogorov-Smirnov (Daniel, 1978) e le sue successive modificazioni (Sokal e Rohlf, 1995). A differenza di un chi-quadro, questo test non parametrico, non necessita di scomporre la distribuzione di frequenza attesa in classi predefinite e risulta particolarmente indicato nel caso in cui si debbano confrontare delle frequenze osservate con delle distribuzioni di frequenza attese continue.

Il test statistico si costruisce calcolando lo scarto massimo della distribuzione di frequenza cumulata osservata da quella attesa (D). Per definizione questo punto corrisponde al punto di intersezione del grafico precedente.

I valori critici di D a diversi livelli di significatività sono riportati in tabelle (Rohlf e Sokal, 1995). Nel caso teorico in esame, dato che la distribuzione attesa risulta intrinseca ai dati è bene confrontare il valore di D ottenuto con le tavole definite sulla base delle correzioni di Lilliefors (1967) e di quelle di Khamis (1992).

Diversi metodi sono stati proposti per migliorare l'attendibilità del test, in particolare per renderlo più conservativo rispetto all'ipotesi di accordo tra la distribuzione osservata e quella attesa. In particolare è importante l'introduzione della correzione che prende in considerazione la differenza tra osservato ed atteso sia prima che dopo dell'incremento della frequenza attesa (Harter, Khamis e Lamb, 1984). Per tenere conto di tale correzione, a ciascuna osservazione viene associato il valore di frequenza relativa cumulata corrispondente a:

$$F = \frac{F_o - 0.5}{n}$$

Dove è la frequenza cumulata ordinata osservata (11,21,30,... nel nostro esempio) ed n è il numero di oggetti; 72 per riallacciarsi al caso teorico.

Il valore D si ottiene quindi da:

$$D = \delta + \frac{1}{n}$$

Dove adesso è la massima differenza, in valore assoluto, tra i valori di frequenza cumulata relativa attesa ed osservata (fig. 3).

Nell'esempio il valore di è pari ad 0,41083 osservabile in corrispondenza del valore di abbondanza numerica pari a 3 individui. Calcolando quindi il valore di D (pari a 0,417778) e confrontandolo con i valori tabulati (n=72, =0,5, =0,01; 0,11549) otteniamo il valore di significatività (p << .001) che ci indica un notevole

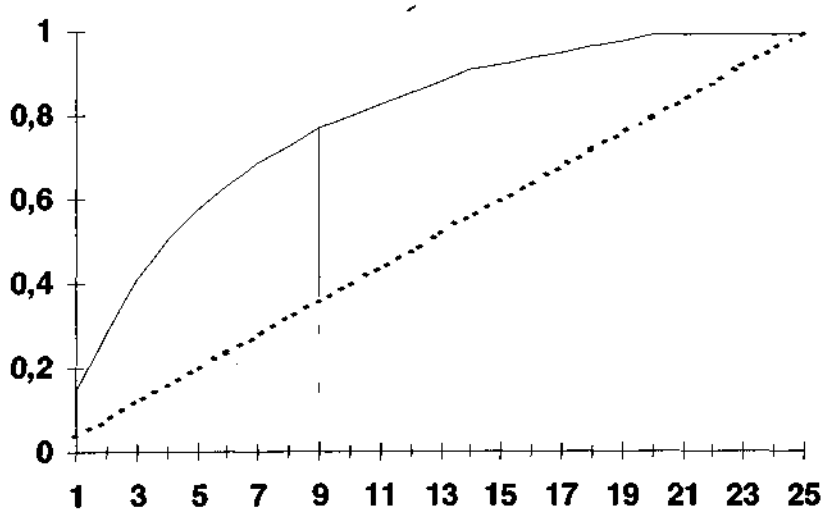


Fig. 3 - Distribuzioni di frequenza cumulata osservata e attesa. La linea verticale indica il punto dove la differenza tra atteso ed osservato è massima (δ).

Cumulative distribution frequencies (observed and reference). The vertical line shows the haul where the difference between observed and reference is higher (δ).

scostamento della nostra distribuzione da una distribuzione uniforme. Possiamo quindi assumere che le aree con più di 3 individui siano aree di particolare concentrazione.

L'applicazione di questa metodica è stata fatta su dati provenienti da campioni prelevati con cale della durata di un'ora a profondità comprese tra zero e settecento metri nell'area compresa tra Fiumicino e Gaeta nel triennio 1985-87 secondo i piani di campionamento previsti dalle campagne sperimentali di pesca a strascico finanziate dall'allora Ministero della Marina Mercantile.

Per ciascuna cala effettuata durante le campagne estive di pesca sono state registrate le lunghezze standard degli individui catturati di *M. merluccius*. La lunghezza di 12 cm è stata adottata come dimensione soglia tra individui giovani ed adulti . Per ciascuna cala quindi, sono stati sommati tutti gli individui di dimensione pari od inferiori ai 12 cm. Tale numero è stato quindi standardizzato dividendolo per il tempo di cala.

Ordinando i dati di resa oraria ed applicando il test di Kolmogorov è stato individuato il valore soglia che discrimina un uso dello spazio più intenso di un uso uniforme. Nel nostro caso in cui si ha n=37102, non essendo tale valore riportato sulle normali tabelle, il valore critico di confronto è stato calcolato mediante l'approssimazione asintotica, che per $\alpha = 0,01$ è pari a

$$\frac{1,031}{\sqrt{n}} = 0,005353$$

Al contempo, il dato di resa in abbondanza numerica è stato posizionato nello spazio utilizzando le coordinate geografiche del punto medio di ciascuna cala. Per garantire che in ciascun punto dell'area di studio fosse presente non più di un punto campione, nei casi di repliche della stessa cala un nuovo punto è stato individuato ponendolo ad un miglio in direzione casuale a partire dal punto cala effettivo.

A partire da questi dati è stata generata una superficie di rese orarie interpolando i punti cala con il krigaggio universale di ordine 1 (Burrough, 1986).

Su questa superficie di rendimento sono state identificate come aree di concentrazione le aree con valori di resa uguali o superiori al valore soglia individuato con il test di Kolmogorov.

Risultati

Il confronto tra la distribuzione cumulata osservata e corretta in base alla formula di Khamis e la distribuzione cumulata uniforme ha evidenziato il punto di soglia in corrispondenza di una resa oraria di 297 individui ed un valore di D pari a 0,686682. Confrontando tale valore con il valore calcolato con l'approssimazione asintotica per $\alpha = 0,01$ è stata rigettata l'ipotesi che la distribuzione degli individui di taglia inferiore ai 12 cm sia di tipo uniforme. La soglia di 297 individui indica quindi la quantità che discrimina tra aree dello spazio utilizzante in modo inferiore ad un utilizzo atteso uniforme e quelle utilizzate in modo selettivo.

Riportando tale valore sulla superficie di interpolazione ottenuta con il kriging (fig. 4) sono state delimitate due zone di concentrazione di individui giovanili comprese tra la batimetrica dei 100 metri e quella dei 500 metri (fig. 5).

Le due aree si posizionano grossolanamente a nordovest ed ad est della fossa situata a nordovest dell'isola di Palmarola. La superficie complessiva delle due aree è di 2837 km^2, che rappresenta circa il 25% della superficie totale dell'area di studio.

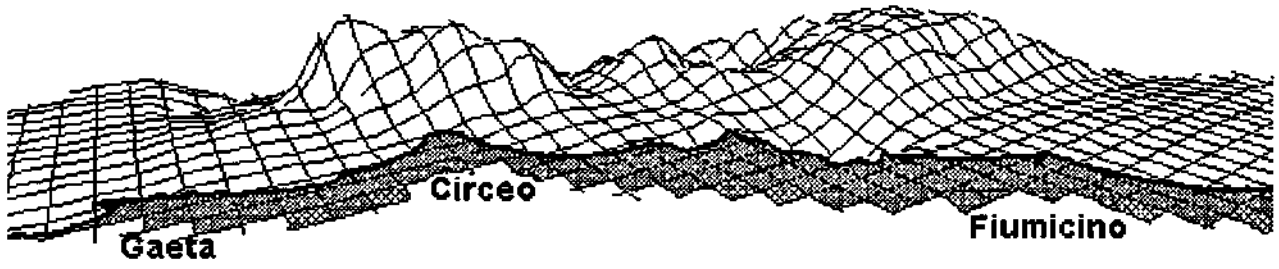


Fig. 4 - Superficie di rendimento ottenuta dal kriging.
Yield surface obtained from kriging.

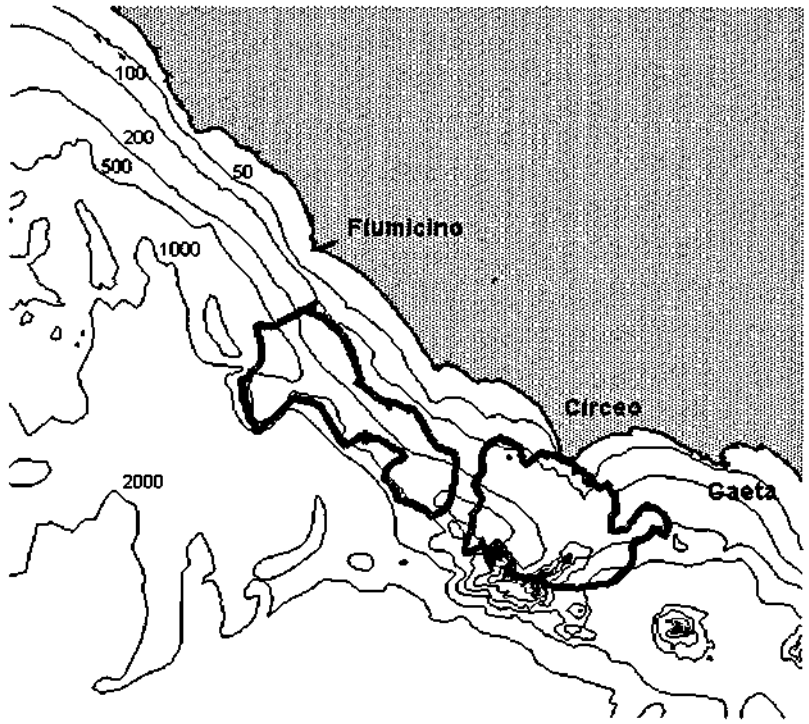


Fig. 5 - Area di studio con evidenziati i limiti delle aree con rese superiori ai 297 individui/ora.
Study area. Bold lines evidence the areas that enclose yields of more than 297 individuals/hour.

La superficie delle due zone risulta ripartita all'incirca a metà: 48% nella zona nordovest e 52% in quella est).

Discussione e conclusioni

Il metodo esposto ha il pregio di essere particolarmente semplice e di prescindere dall'algoritmo utilizzato per interpolare i dati. Permette di definire in modo oggettivo un valore di soglia per suddividere lo spazio in un'area sotto utilizzata ed una selezionata dagli individui in analisi.

E' da rilevare tuttavia come vadano ancora indagati i reali significati biologici da attribuire al valore di soglia. Infatti, se l'obiettivo della identificazione di aree di concentrazione di stadi giovanili deve ricondursi al problema dell'identificazione delle aree di nursery, è bene rilevare che il livello di soglia così identificato, non necessariamente individua, di per se, aree di nursery, ma diventa un punto di partenza per darne una definizione operativa. Le aree di nursery potranno quindi essere identificate a livelli di rendimento che sono funzione del livello di soglia ottenuto o da definire più restrittivamente in funzione delle necessità della ricerca.

D'altro canto, le aree individuate con questo sistema permettono di aprire una ulteriore fase di analisi che consiste nella valutazione dei fattori ambientali che le caratterizzano e dal confronto di tali fattori con quelli che caratterizzano situazioni topografiche simili, ma che tuttavia, non presentano zone di utilizzo selettivo.

Summary

A method is developed to identify areas of concentration of individuals of a given characteristics (e.g. below a certain length), it is then applied to identify areas of concentration of juveniles of the hake (*Merluccius merluccius*) in the central Tyhrrenian sea.

The method uses the normal length frequency data collected during experimental trawl surveys, and is based on some sort of interpolator (kriging was used in the example of the hake) that can produce a yield surface. The statistical test is meant as a way to identify, within the yield surface, a threshold value that indicates a concentration of individuals. This can be achieved comparing the observed frequency distribution of numeric yield with an hypothetical uniform distribution. Using the Kolmogorov-Smirnov test the departure of the observed distribution from the uniform one can be tested, while the value of the threshold can be identified at the point in which the distance of the observed distribution from the uniform distribution is higher. This value can be mapped on the yield surface obtained from the interpolation of the trawl surveys data.

The basic assumption of the method is that the number of individuals caught at any give haul represents a relative measure of the preference of those individuals for that particular spot.

We suggest great caution not to give an a priori biological meaning to the threshold identified with this method. Nevertheless the results show that the threshold obtained for the hake can be a good starting point towards an objective identification of the nursery areas.

Bibliografia

BORROUGH P.A. (1986) - *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.* Oxford University Press, New York.

CARR M.H. (1991) - Habitat selection and recruitment of an assemblage of temperate one reef fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **146**: 113-137.

DANIEL W.W. (1978) - *Applied Nonparametric Statistics.* Houghton Mifflin Company.

DOHERTY P.J. (1991) - Spatial and temporal patterns in recruitment. In *The Ecology of fishes on coral reefs.* Academic press, New York: 261-293.

GARCIA-RUBIES A., MACPHERSON E. (1995) - Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Mar. Biol.*, **124**: 35-42.

HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., LEBOULLEUX (1995) - Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, **300/301**: 309-320.

HARTER H.L., KHAMIS H.J., AND LAMB R.E. (1984) - Modified Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Comm. Stat. Simul. Comput.*, **13**: 293-323.

KHAMIS H.J. (1992) - The δ-corrected Kolmogorov-Smirnov with estimated parameters. *Nonparametric Stat.*, **2**: 17-27.

LILLIEFORS H.W. (1967) - The kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *J. Amer. Stat. Assn.*, **62**: 399-402.

LINCOLN SMITH M.P., BELL J.D., CARTER C.A. (1991) - Spatial variation in abundance of recently settled rocky reef fish in south-eastern Australia: implication for detecting change. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **77**: 95-103.

ROHLF F.J., SOKAL R.R (1995) - *Statistical Tables.* W.H.Freeman and Company.

SOKAL R.R, ROHLF F.J. (1995) *Biometry.* W.H.Freeman and Company.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 223-227

M. Petrillo, D. Marrale, D. Martorano, N. Della Croce

Istituto di Scienze Ambientali Marine, Università di Genova,
C.so Rainusso, 14 - 16038 S. Margherita Ligure, (Ge), Italia.

ITTIOPLANCTON E VERSAMENTO DI GREGGIO IN ACQUE TOSCO-LIGURI

ICKTIOPLANCTON AND OIL SPILL IN TUSCAN-LIGURIAN WATER

Abstract

A 10 years temporal analysis on the density of anchovy eggs and cladocerans revealed an abrupt decrease of these species in 1991. This year was characterised by the occurrence of oil spills (in spring) and mucillages (in summer). Is there any cause-effect relationship or is simply a coincidence?

Key-words: Ichthyplankton, Cladocerans, Ligurian Sea, oil spill.

Introduzione

Dal 1985 l'Istituto di Scienze Ambientali Marine dell'Università degli Studi di Genova effettua nelle acque di piattaforma del Golfo Tigullio (Mar Ligure) una indagine quali-quantitativa su uova e larve di pesce azzurro, corredata dal contemporaneo rilevamento di parametri ambientali e meteo-marini (Albertelli *et al.*, 1988a, 1988b, 1988c, 1989, 1993).

Nell'ambito della serie di dati raccolti nel decennio 1985-1995 (con interruzioni nel 1989 e 1990), il 1991 si è distinto dagli altri anni per l'esigua entità della deposizione delle specie ittiche in generale ed in particolare di *Engraulis encrasicholus* (Angelino *et al.*, 1994a, 1994b, 1994c, 1995, 1996).

Nella presente comunicazione i dati relativi alle campagne ittioplanctoniche vengono presi in esame in relazione ad eventi accidentali locali verificatisi nel corso del 1991, quali sversamenti di greggio (Danovaro *et al.*, 1995a) e fenomeni naturali insoliti, quali le mucillagini, che hanno interessato le acque costiere nazionali (Innamorati *et al.*, 1992b).

Materiali e metodi

I dati sulle variazioni quantitative stagionali di uova e larve di alici, sardine ed altri pesci sono stati ottenuti dall'esame di quasi 900 campioni di zooplancton raccolti tra il 1985 ed il 1995, con cadenza quindicinale, nella zona antistante Chiavari (Genova) su batimetriche comprese tra 40 e 200 m (Fig. 1).

I prelievi sono stati effettuati seguendo una stessa metodologia e le densità rilevate vengono espresse come numero/mq (Albertelli *et al.*, 1988a).

Risultati e discussione

Il 10 aprile 1991, in seguito alla collisione tra la petroliera *Agip Abruzzo* e il traghetto *Moby Prince*, si riversarono, in corrispondenza dell'imboccatura del porto di Livorno, circa 30.000 tonnellate di greggio.

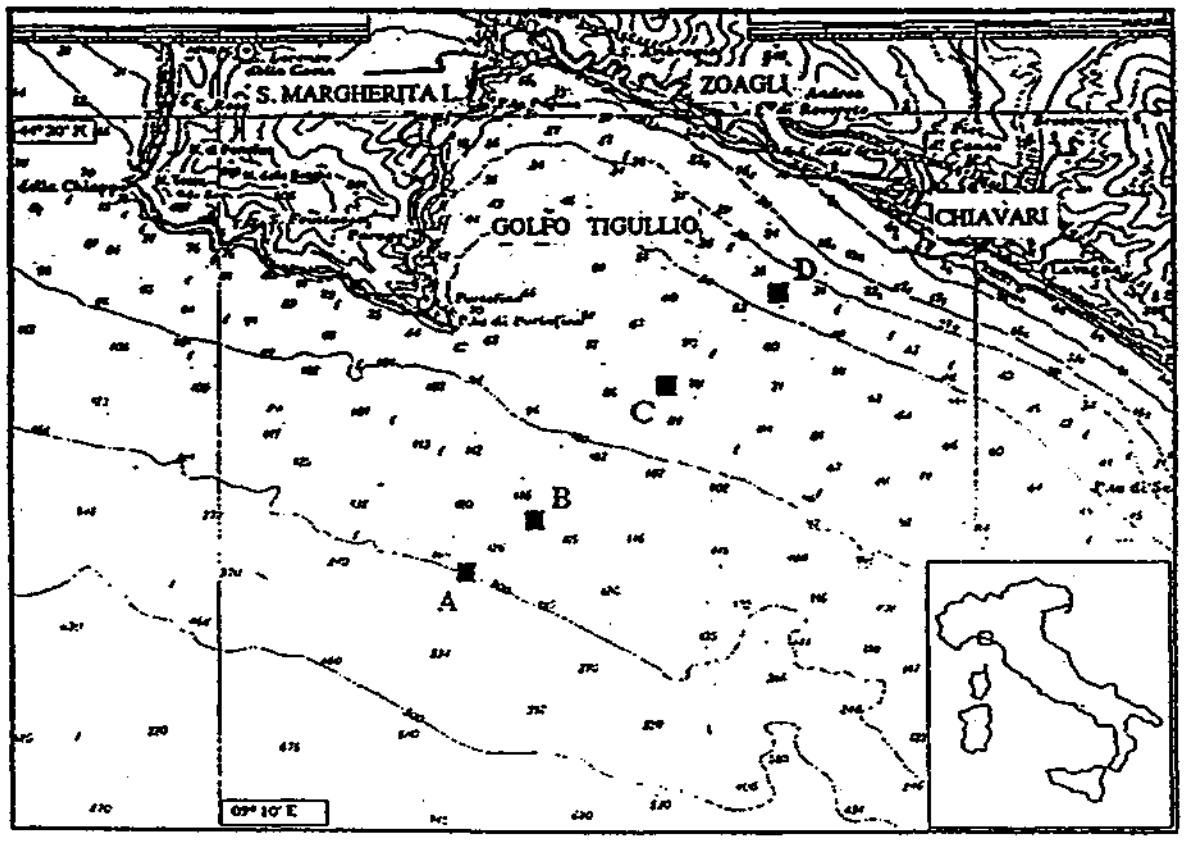


Fig. 1 - Posizione delle stazioni di campionamento (1985-1995).

Location of the sampling stations (1985-1995).

Per effetto dell'andamento ciclonico della circolazione generale del Mar Ligure (Albertelli *et al.*, 1993), macchie oleose derivarono verso nord-ovest (Fig. 2), determinando circa 10 giorni dopo l'incidente un sensibile aumento della concentrazione di idrocarburi nello strato superficiale dei sedimenti del Golfo Tigullio.

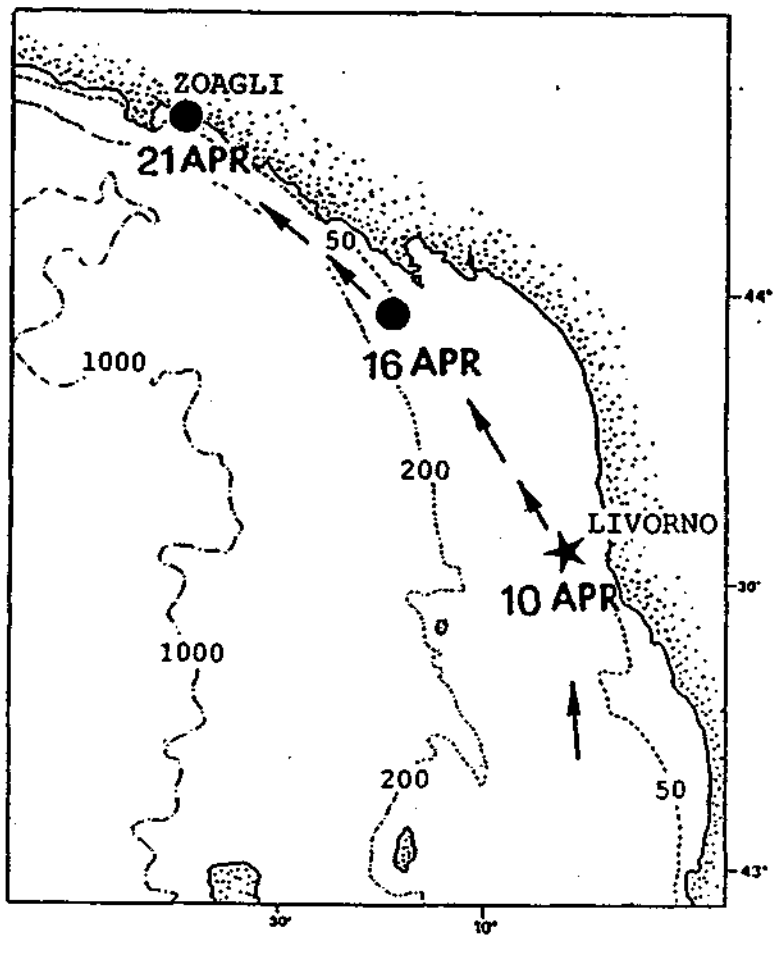


Fig. 2 - Versamento di idrocarburi (★) verificatosi nell'area di Livorno nel 1991. Le frecce indicano la deriva di macchie oleose verso la zona di campionamento nel Golfo Tigullio (da Danovaro *et al.*, 1995a, modificato).

Oil spill (★) occurred off Leghorn in 1991. The arrows illustrate the drifting of the oil slicks toward the sampling area on the Golfo Tigullio (from Danovaro *et al.*, 1995a, modified).

Infatti in aprile gli idrocarburi hanno raggiunto nei sedimenti campionati concentrazioni da 2.0 a 4.8 volte superiori rispetto ai valori osservati nello stesso anno prima dell'incidente (Danovaro *et al.,* 1995a).

Da indagine già in corso sul meiobenthos nel Golfo Tigullio si erano osservate densità di 1608 organismi/10cm^2 l'8 aprile, di 442 il 22 aprile e di 1952 il 30 maggio (rispettivamente prima, durante e dopo lo sversamento). Da tale indagine (Danovaro *et al.,* 1995b) emerge che la meiofauna è altamente sensibile allo stress da idrocarburi poichè lo sversamento di greggio ha determinato una considerevole riduzione dei valori della densità, in relazione alle condizioni pre-inquinamento.

Nell'estate del 1991 si è registrata inoltre la comparsa di mucillagini nel Tirreno (Innamorati *et al.*, 1992a, 1992b). Eventuali effetti delle mucillagini su organismi bentonici e planctonici sono stati segnalati da diversi autori (O'Kane *et al.*, 1990; Orel *et al.*, 1992).

Non è però dato sapere se l'insorgenza massiva delle mucillagini possa essere messa in relazione con la qualità delle acque o se la qualità delle acque, a causa dell'insorgenza, possa assumere temporaneamente caratteristiche potenzialmente nocive per alcuni aspetti del ciclo biologico di forme zooplanctoniche.

A fronte della situazione creatasi nel 1991 è interessante osservare i dati relativi alla deposizione di *E. encrasicholus*.

A prescindere dal fatto che nel 1991 la presenza temporale delle uova di alici nel Golfo Tigullio rientra nella media del periodo 1985-1995, si deve notare che le uova sono state rinvenute nei campioni solo da giugno mentre di norma compaiono a maggio. Inoltre, il quadro generale della situazione (Tab. 1) mostra come il 1991 sia l'anno nel quale si è osservata la minima densità in numero di uova/mq. Infatti, la densità massima registrata nel corso del 1991 è risultata essere

Tab. 1 - Uova di *Engraulis encrasicholus* nella zona pilota nel periodo 1985-1995.

Eggs of *Engraulis encrasicholus* in the pilot area in the period 1985-1995.

YEAR	PRESENCE (DAYS)	DENSITY (EGGS/M2)			
		MINIMUM	MAXIMUM	AVG	STD
1985	135	0,5	86,3	25,1	26,5
1986	120	0,6	111,8	33,6	30,8
1987	30	23,6	30,4	27,0	3,4
1988	45	7,5	103,7	41,7	43,9
1991	105	0,6	5,1	2,6	1,6
1992	135	0,5	13,5	4,9	4,0
1993	120	2,0	102,3	33,1	37,6
1994	135	0,6	16,8	7,0	5,3
1995	90	1,2	70,6	28,9	25,3

estremamente modesta (5 uova/mq) oltre che la minima del decennio (da 13 uova/mq nel 1992 a 112 uova/mq nel 1986).

I dati sulla presenza nello zooplancton del cladocero *Penilia avirostris*, che costituisce una delle componenti di base dell'alimentazione delle alici, si prestano ad alcune osservazioni. Come per le uova di alici, la comparsa di *P. avirostris* nel 1991 subì un ritardo e la presenza fu limitata ai soli mesi di settembre e ottobre, mentre nel decennio di osservazione abitualmente si rinviene da giugno a ottobre.

Il potenziale riproduttivo di *P. avirostris*, pari, nel 1991, a 2.52 uova per femmina deponente, è inferiore a quello degli anni precedenti (1992-1993), ma assai simile a quello degli anni successivi (Tab. 2).

Singolare è il fatto che, nel 1991, al predetto potenziale riproduttivo si accompagna la più bassa densità di popolamento (1241 org./mq), mentre negli altri anni, per valori simili di potenziale riproduttivo, le densità risultano assai elevate, con massimo di 50784 org./mq (Tab. 2). Questo fa supporre che la popolazione di *P. avirostris* sia stata profondamente influenzata al momento di avvio del ciclo, a partire dalle uova di resistenza, oppure a livello delle uova partenogenetiche.

Tab. 2 - *Penilia avirostris* nella zona pilota nel periodo 1985-1995.

Penilia avirostris in the pilot area in the period 1985-1995.

YEAR	PRESENCE (DAYS)	N.° EGGS/ ORGANISM	DENSITY (ORG/M2)			
			MINIMUM	MAXIMUM	AVG	STD
1985	165	2,90	6,2	3862,1	472,1	1092,2
1986	150	2,89	45,9	24604,1	6632,4	8310,3
1987	105	3,02	192,1	19779,6	4102,7	6733,1
1988	225	3,17	1,5	10749,0	2320,8	3335,8
1991	90	2,52	1,4	1240,7	445,7	500,0
1992	105	2,50	0,0	12822,6	2944,1	4414,4
1993	180	2,40	19,2	50784,4	7647,3	14766,5
1994	120	2,90	0,0	19973,1	4960,5	6386,0
1995	135	4,17	2,3	9098,1	1355,8	2935,2

Queste osservazioni sinteticamente segnalano che:

- il 1991 è stato caratterizzato dallo sfasamento temporale della comparsa nelle acque superficiali di uova di alici e di organismi del cladocero;
- il 1991 registra la minore concentrazione di uova di alici;
- il 1991 è il primo di quattro anni (1991-1994) in cui *P. avirostris* presenta minore potenziale riproduttivo rispetto a quello osservato nel quadriennio precedente (1985-1988).

Questo stato di cose evidenzia chiare anomalie temporali e di ordine quantitativo.

Il tentativo di correlare tali anomalie con gli eventi segnalati può considerarsi provocatorio.

A questo punto ci si può porre la domanda se gli eventi accidentali e naturali del 1991 possano veramente aver esercitato un ruolo specifico, oppure se il 1991 rappresenti l'inizio di un cambiamento delle condizioni in grado di influenzare la riproduzione.

L'interruzione dei campionamenti nel biennio 1989-1990 aggiunge altri interrogativi e complica l'interpretazione degli eventi in atto.

Tale esperienza pluriennale, nonostante tutto, fa riflettere sulle difficoltà che si incontrano nel tentativo di interpretare una relazione causa-effetto.

Summary

A time trend analysis on the densities of anchovy eggs and cladoceran *Penilia avirostris* was carried out on samples collected forthnigthly between 1985 and 1995 in the Ligurian Sea. Data reported in this study point out that both species showed a strong decrease in density during 1991. Moreover, in this year the spawning

of *Engraulis encrasicholus* was delayed (June), when compared to all the other sampling years (spawning period between May and September), we hypothesize that these data could be related to the oil spill which occurred on April 1991 and/or to the following appearance of mucillages in the Ligurian Sea.

Bibliografia

ALBERTELLI G., DAGNINO I., DELLA CROCE N., OLIVARI E., SALEMI PICONE P. (1988a) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Marzo 1985 - Marzo 1986 (Primo anno). *Ist. Sc. Amb. Mar., Catt. Idrob. Pescic. Univ. Genova*, Rapp. Tecn., **27:** 14 pp.

ALBERTELLI G., ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., OLIVARI E. (1988b) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Marzo 1986 - Marzo 1987 (Secondo anno). *Ibid.*, **28:** 14 pp.

ALBERTELLI G., D'AMBROSIO N., DELLA CROCE N., OLIVARI E. (1988c) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Marzo 1987 - Marzo 1988 (Terzo anno). *Ibid.*, **29:** 40 pp.

ALBERTELLI G., DELLA CROCE N., OLIVARI E., SALEMI PICONE P. (1989) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Marzo 1988 - Marzo 1989 (Quarto anno). *Ibid.*, **31:** 42 pp.

ALBERTELLI G., DAGNINO I., DELLA CROCE N., PETRILLO M. (1993) - Ittioplancton e correnti nella zona pilota (Chiavari, 1987-1989). *Atti Acc. Lig. Sc. Lett.*, Serie V, **L:** 205-218.

ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., GIALLAIN M., OLIVARI E., PETRILLO M. (1994a) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Gennaio 1991 - Dicembre 1991 (Quinto anno). *Ist. Sc. Amb. Mar., Catt. Idrob. Pescic. Univ. Genova*, Rapp. Tecn. **46:** 43 pp.

ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., GIALLAIN M., OLIVARI E., PETRILLO M. (1994b) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Gennaio 1992 - Dicembre 1992 (Sesto anno). *Ibid.*, **47:** 43 pp.

ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., GIALLAIN M., OLIVARI E., PETRILLO M. (1994c) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Gennaio 1993 - Dicembre 1993 (Settimo anno). *Ibid.*, **48:** 43 pp.

ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., GIALLAIN M., OLIVARI E., PANCIROLI H., PETRILLO M. (1995) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Gennaio 1994 - Dicembre 1994 (Ottavo anno). *Ibid.*, **50:** 42 pp.

ANGELINO M.I., DELLA CROCE N., GIALLAIN M., OLIVARI E., PANCIROLI H., PETRILLO M. (1996) - Uova e larve di acciughe nella zona pilota. Chiavari: Gennaio 1995 - Dicembre 1995 (Nono anno). *Ibid.*, **51:** 42 pp.

DANOVARO R., FABIANO M., VINCX M. (1995a) - Meiofauna response to the *Agip Abruzzo* oil spill in Subtidal Sediments of the Ligurian Sea. *Mar. Pollut. Boll.*, **30**: 133-145.

DANOVARO R., FABIANO M., ALBERTELLI G. (1995b) - Possible use of RNA:DNA ratio for detecting oil induced disturbance: a field report. *Chemistry and Ecology*, **11**: 1-10.

INNAMORATI M., RADDI E., BUZZICHELLI S., MELLEY A., BALZI M. (1992a) - Le mucillagini nel Mar Tirreno. *Biologia Marina, supplemento Notiziario S.I.B.M.* **1**: 23-26.

INNAMORATI M., MELLEY A., CASTELLI C., BALZI M. (1992b) - Mucillaggini e stato trofico delle acque nel Mar Tirreno. *Atti X Congr. A.I.O.L.* Alassio, 1992: 513-523.

O'KANE J.P., SMETACEK V., TODINI E. (1990) - The Adriatic slime blooms: a hypothetical scenario of causative mechanisms and possible contribution of methematical modelling. In: Barth H., Fegan L.(Eds.), *Eutrophycation Related phenomena in the Adriatic Sea and other Mediterranean costal zones; Water pollution research report* **16**. Commission of the European Communities. E. Guyot, Bruxelles.

OREL G., VIO E., DEL PIERO D., BRIZZI G., ALEFFI F. (1992) - Mare sporco, popolamenti bentonici e pesca. *Biologia Marina, suppl. Notiziario S.I.B.M.* **1**: 13-18.

La presente indagine è stata condotta nell'ambito del programma nazionale di ricerche sui piccoli pelagici dei mari italiani, finanziato dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali - Direzione Generale Pesca Marittima.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 228-236

G. De Metrio, A. Potoschi*, L. Sion, M. Cacucci, P. Sturiale*

Dipartimento di Produzione Animale - Università di Bari, Via Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italia.
*Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

EFFETTI DELLA PESCA ALL'ALALUNGA (*THUNNUS ALALUNGA* BONN.), CON LONG-LINE SUL RECLUTAMENTO DEL PESCE SPADA (*XIPHIAS GLADIUS* L.) E DEL TONNO ROSSO (*THUNNUS THYNNUS* L.)

EFFECTS OF THE ALBACORE (*THUNNUS ALALUNGA* BONN.) LONG-LINE FISHERY ON THE RECRUITMENT OF THE SWORDFISH (*XIPHIAS GLADIUS* L.) AND THE BLUEFIN TUNA (*THUNNUS THYNNUS* L.)

Abstract

The results of the investigations carried out on the professional albacore fisheries during the fishery season 1995 showed that in numerical terms the young swordfishes and bluefin tunas (class 0) reach percentages of 53.2% and of 10.1% of the catches respectively. This means that the total amount of young swordfishes and bluefin tunas caught on albacore long-lines is the order of several thousands.

Key-words: albacore, swordfish, bluefin, Ionian, Tyrrhenian.

Introduzione

L'incidenza della pesca dell'alalunga con long-line derivante sulla cattura di specie diverse quali tartarughe, squali nonchè stadi giovanili di pesce spada e di altre specie di teleostei nel Golfo di Taranto era già nota fin dall'inizio degli anni 80 (De Metrio *et al.*, 1981, 1982a, 1982b,1983, 1984a, 1984b). Dal 1984 in poi, con l'inizio di ricerche sistematiche sulla biologia e la pesca dei grandi pesci pelagici, finanziate dal Ministero della Marina Mercantile Italiana nell'ambito della valutazione delle risorse prevista dai piani triennali della pesca marittima, cominciò la collezione di dati storici, su più ampie aree, che consentirono, negli anni, l'acquisizione di sempre maggiori informazioni sulle catture accidentali operate dal long-line e che riguardavano soprattutto giovani esemplari (classe 0) di pesce spada (*Xiphias gladius* L.) e tonno rosso (*Thunnus thynnus* L.) (Marano *et al.* 1987; 1988; De Metrio *et al.*, 1988; Di Natale *et al.*, 1992)

Una migliore conoscenza dell'ampiezza del fenomeno, unitamente alla constatazione della riduzione delle taglie di cattura degli adulti riguardante soprattutto il pesce spada, ha indotto la comunità scientifica a prendere in seria considerazione il problema e promuovere ricerche per ottenere una più reale immagine dell'attuale situazione.

A questo scopo fu promosso un programma di ricerca con l'intento di indagare il fenomeno della cattura accidentale di reclute del pesce spada e del tonno rosso mediante l'impiego di osservatori a bordo e nei porti campione dei mari meridionali d'Italia tradizionalmente ritenuti aree nursery.

Materiali e metodi

Le indagini furono condotte in alcuni porti campione dello Ionio settentrionale (Golfo di Taranto), Ionio meridionale (costa orientale della Sicilia), Tirreno

meridionale (costa settentrionale della Sicilia ed Isole Eolie), che precedenti indagini avevano indicato come i più adatti. Nel 1995, a causa delle avverse condizioni meteomarine, la stagione di pesca tanto nello Ionio settentrionale quanto nel Tirreno meridionale, fu molto breve e limitata a soli due mesi (settembre ed ottobre nello Ionio settentrionale ed ottobre e novembre nel Tirreno meridionale). Nello Ionio meridionale invece essa si protrasse da settembre 1995 a febbraio 1996.

Nello Ionio settentrionale come porto campione fu scelta la marineria di Porto Cesareo in cui esiste una flotta di 19 barche che stagionalmente effettua la pesca dell'alalunga con long-line. In questo porto furono reclutati due osservatori: uno per le osservazioni allo sbarco e la collezione di dati presso le cooperative dei pescatori; l'altro per le osservazioni a bordo.

L'osservatore allo sbarco collezionò giornalmente i dati di cattura e sforzo di 7 barche nel mese di settembre e 9 nel mese di ottobre, identificando tutte le specie costituenti il by-catch. Rilevò la lunghezza (LF) di 297 alalunghe e di 54 tonni nonchè la LJFL (lunghezza alla forca considerata dall'estremità del mascellare inferiore) di 136 pesci spada.

Per l'invio a bordo dell'osservatore fu scelta una barca della Cooperativa Pesca di Porto Cesareo con caratteristiche dimensionali e di attrezzatura di pesca pressocchè uguali a quelle della maggior parte delle barche della flottiglia ma con una moderna apparecchiatura di controllo della navigazione. L'osservatore a bordo partecipò complessivamente ad 8 operazioni di pesca nel periodo compreso tra il 3 ed il 29 ottobre, collezionando dati di cattura e sforzo, ed identificando tutte le specie pescate. Inoltre rilevò le lunghezze di 138 alalunghe, 195 pesci spada e 24 tonni.

Nello Ionio meridionale il porto campione scelto fu Acitrezza, mentre nel Tirreno meridionale fu Lipari. Ad Acitrezza furono reclutati 2 osservatori che, durante l'intera stagione di pesca (settembre-febbraio), rilevarono i dati allo sbarco di tutte le 17 barche presenti nella marineria misurando le lunghezze di 793 alalunghe, 534 pesci spada e 167 tonni. A Lipari fu impiegato un solo rilevatore che seguì nel mese di settembre ed ottobre la flotta costituita da 12 barche, rilevando allo sbarco le lunghezze di 375 alalunghe, 513 pesci spada e 160 tonni.

Risultati

Dati di cattura e sforzo rilevati allo sbarco - Sulla base dei dati collezionati dagli osservatori a terra, sono stati calcolati lo sforzo di pesca (E x 1000 ami) e le catture per unità di sforzo (CPUE) in numero di individui per ciascun mese e per ogni porto campione. I risultati ottenuti, sia per la specie bersaglio (alalunga) che per le due più importanti specie di by-catch (pesce spada e tonno rosso), sono riportati in Tab. 1 per lo Ionio settentrionale, in Tab. 2 per per lo Ionio meridionale ed in Tab. 3 per il Tirreno meridionale.

Tab. 1 - Porto Cesareo - Ionio settentrionale, 1995. Valori mensili di sforzo e CPUE(N) ricavati dai dati collezionati allo sbarco.

Porto Cesareo - North Ionian Sea. Monthly values of effort and CPUE(N) collected at landing.

		T. alalunga	*X. gladius*	*T. thynnus*
	E (x 1000 ami)	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**
Settembre	20,6	9,4	0,2	0,3
Ottobre	162,8	9,3	0,8	0,3
Totale	**183,4**	**9,26**	**0,7**	**0,3**

Tab. 2 - Acitrezza - Ionio meridionale, 1995. Valori mensili di sforzo e CPUE(N) ricavati dai dati collezionati allo sbarco.

Acitrezza - South Ionian Sea. Monthly values of effort and CPUE(N) collected at landing.

		T. alalunga	*X. gladius*	*T. thynnus*
	E (x 1000 ami)	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**
Settembre	111,0	14,8	-	-
Ottobre	135,0	14,8	1,6	1,9
Novembre	105,0	8,4	0,9	1,2
Dicembre	57,0	7,4	0,8	1,2
Gennaio	149,6	7,4	0,8	0,4
Febbraio	88,3	8,4	1,9	1,7
Totale	**645,9**	**10,5**	**0,9**	**1,0**

Tab. 3 - Lipari - Tirreno meridionale, 1995. Valori mensili di sforzo e CPUE(N) ricavati dai dati collezionati allo sbarco.

Lipari - South Tyrrhenian Sea. Monthly values of effort and CPUE(N) collected at landing.

		T. alalunga	*X. gladius*	*T. thynnus*
	E (x 1000 ami)	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**
Ottobre	435,2	23,9	3,5	3,4
Novembre	241,4	25,7	2,2	2,6
Totale	**676,6**	**24,6**	**3,0**	**3,1**

Si osserva che, in termini di CPUE in numero di individui, i valori dello Ionio settentrionale sono pressocchè identici a quelli dello Ionio meridionale mentre quelli del Tirreno meridionale sono sostanzialmente più elevati.

In termini percentuali, la presenza di individui della specie bersaglio nel pescato mostra, nelle tre aree, valori compresi tra l'80% (Tirreno meridionale) ed il 90% (Ionio settentrionale), quella di individui di pesci spada valori oscillanti tra il 7.2% (Ionio settentrionale) e 9.9% (Tirreno meridionale) e quella di individui di tonno rosso valori compresi tra il 2.8% (Ionio sett.) ed il 10% (Tirreno merid.) (fig. 1).

In Tab.4 sono riportati i risultati ottenuti dalla elaborazione dei dati collezionati mediante le indagini condotte sulle barche campione dei tre porti pilota. In essa

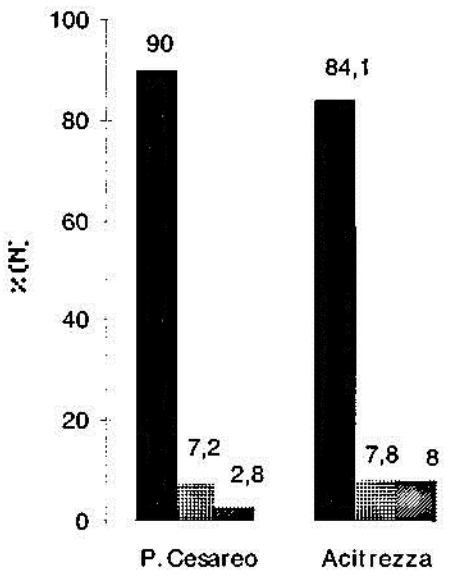


Fig. 1 - Presenze percentuali in numero d'individui di alalunga, pesce spada e tonno nel pescato del 1995.

Percentage in number of specimens of albacore, swordfish and bluefin in the 1995 captures.

Tab. 4 - Dati di sforzo e catture in numero di esemplari, relativi alle barche campionate nelle tre aree considerate.

Effort and catch in number of specimens data of the boats sampled in the three areas.

	P. Cesareo	Acitrezza	Lipari
Barche	9	17	12
E(x 1000 ami)	183.4	645.0	676.7
N.Pesci spada	136	630	2068
N. *T. Thynnus*	55	657	2104

Tab. 5 - Dati di sforzo e catture in numero di esemplari, relativi alle alle intere flotte delle tre aree considerate.

Effort and catch in number of specimens data of the total fleets sampled in the three areas.

	Ionio sett.	Ionio merid.	Tirreno merid.
Barche	35	78	36
E(x 1000 ami)	713.2	2950.4	2029.8
N.Pesci spada	499	2663	6089
N. *T. Thynnus*	214	2960	6292

è possibile osservare i valori di sforzo totale di pesca esercitato dalle barche campione ed il numero totale di pesci spada e tonno rosso catturati come by-catch nel corso della campagna di pesca all'alalunga del 1995.

Poichè il numero di barche campionate può essere considerato rappresentativo delle rispettive flottiglie delle tre aree, è sembrato lecito utilizzare i dati della Tab. 4 per estrapolare i dati di cattura e sforzo per le intere flottiglie.

L'estrapolazione ha dato i risultati riportati in Tab. 5.

Dati di cattura e sforzo rilevati a bordo - I dati giornalieri relativi alle osservazioni effettuate a bordo del peschereccio nello Ionio settentrionale sono riportati in Tab. 6.

Tab. 6 - Porto Cesareo - Ionio settentrionale. Dati di pesca giornalieri rilevati a bordo.

Porto Cesareo - North Ionian sea. Daily fishing data collected on board.

	T. alalunga		*X. gladius*		*T. thynnus*	
Data	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
3.10.95	17	34.0	33	66.0	-	-
4.10.95	15	55.5	12	44.5	-	-
5.10.95	10	43.4	12	52.3	1	4.3
6.10.95	2	4.4	44	95.6	-	-
12.10.95	14	36.8	21	55.4	3	7.8
13.10.95	29	50.8	13	22.8	15	26.4
19.10.95	9	22.5	30	75.0	1	2.5
29.10.95	42	55.2	30	39.5	4	5.3

Da essi si evince che la percentuale di individui di alalunga nel pescato variò da un minimo di 4.4% ad un massimo di 55.5% e pertanto non raggiunse mai i valori osservati nelle rilevazioni allo sbarco.

Il numero di pesci spada catturati variò invece da un minimo di 12 ad un massimo 44 individui per giorno con percentuali, rispetto a tutti gli altri individui

catturati, varianti da un minimo di 22.8% ad un massimo di 95.6%. Il numero di tonni catturati giornalmente variò da 0 a 15 individui corrispondenti, in percentuale a valori variabili tra 0 e 26.4%.

In fig. 2 sono messe a confronto le differenti percentuali ricavate, per la stessa area e lo stesso periodo, dai dati collezionati rispettivamente dagli osservatori allo sbarco e da quelli a bordo. Relativamente alle tre specie considerate è facile osservare che i risultati sono notevolmente diversi.

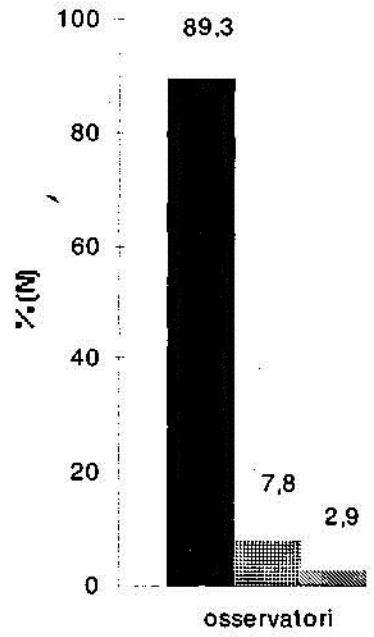


Fig. 2 - P. Cesareo - Ionio sett. - Comparazione tra le presenze percentuali in numero d'individui rilevate allo sbarco ed a bordo nel 1995.

P. Cesareo - North Ionian Sea - Comparation between the percentage in number of specimens obtained at landing and on bord in 1995.

Furono catturati complessivamente 357 individui dei quali: 138 alalunghe, 195 pesci spada e 24 tonni.

I risultati relativi allo sforzo di pesca totale ed alle CPUE in numero di individui per l'intero periodo (8 giorni) sono riportati in Tab. 7.

Poichè questi dati sono certamente più attendibili in quanto collezionati direttamente a bordo e poichè la sperimentazione a bordo fu condotta per un periodo abbastanza lungo (tutto il mese di ottobre) nell'area del Golfo di Taranto in cui l'alalunga viene pescata dal 95% circa delle barche, essi possono certamente essere riferiti a tutta la flottiglia e, con le dovute precauzioni, alle flotte dello Ionio meridionale e del Tirreno.

Tab. 7 - Dati di sforzo e CPUE (N) relativi alla barca campionata dal rilevatore a bordo nello Ionio Settentrionale.

Effort and catch in number of specimens data of the boat sampled by the observer on board in the North Ionian Sea.

	T. alalunga	*X. gladius*	*T.thynnus*
E (x1000 ami)	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**	**CPUE (N)**
17.6	7.8	11.1	1.4

Pertanto, utilizzando per le tre aree i valori di CPUE ottenuti dalle osservazioni dirette a bordo si ottengono i risultati di pescato totale riportati in Tab. 8.

Tali valori sembrano essere molto più vicini alla realtà.

Tab 8 - Estrapolazione dei dati di catture in numero di esemplari ottenuta utilizzando, per le tre aree, i valori di CPUE (N) relativi all'osservazione diretta a bordo nello Ionio Settentrionale.

Extrapolated catch in number of specimens data obtained using, for the three areas, the CPUE(N) values of the on board observation carried out in the North Ionian Sea.

	Ionio sett.	Ionio merid.	Tirreno merid.
X. gladius	7916	32.849	22.530
T. thynnus	998	4.143	2.841

Distribuzione delle taglie

Pesce spada

Ionio settentrionale - Nella marineria di Porto Cesareo il range di taglia delle alalunghe pescate andava da un minimo di 60 cm ad un massimo di 84 cm con una media di 70 cm. La LJFL dei 136 pesci spada misurati allo sbarco variava da un minimo di 49 cm ad un massimo di 133 cm. La distribuzione delle frequenze delle taglie è riportata in fig. 3a. Si osserva che il 75.5% degli animali pescati aveva lunghezza inferiore a 75 cm e pertanto apparteneva alla classe di età 0, il restante 24.5% apparteneva alle classi di età 1+ e 2+ con un solo esemplare classe 3.

Le dimensioni dei 195 esemplari misurati a bordo variavano tra 51 e 95 cm. La distribuzione delle frequenze delle taglie è riportata in fig. 3b. Il 99.5% degli individui aveva lunghezza inferiore a 70 cm e quindi apparteneva alla classe 0, mentre lo 0.5% (un solo individuo di 95 cm) era evidentemente della classe 1+.

Ionio meridionale - Nel porto campione di Acitrezza il range di taglia delle alalunghe pescate andava da un minimo di 43 cm ad un massimo di 83 cm, con una media di 65 cm.

La LJFL dei 534 pesci spada misurati variava da un minimo di 25 cm ad un massimo di 95cm. Dalla distribuzione delle taglie riportata in fig. 3c si evince che circa il 90% degli animali aveva lunghezza inferiore a 75 cm e quindi appartneva alla classe 0 mentre circa il 10% aveva lunghezza compresa 80 e 95 cm e quindi si trattava di individui ascrivibili alla classe 1+.

Tirreno meridionale - Nel porto di Lipari il range di lunghezza delle alalunghe pescate era compreso tra 62 e 88 cm, con una media di 75 cm. I 515 esemplari di pesce spada misurati avevano LJFL compresa tra 44.5 e 95 cm; la distribuzione delle frequenze (fig. 3d) mostra che l'86% avevano lunghezza inferiore a 75 cm e pertanto erano ascrivibili alla classe 0 mentre il restante 14% era della classe 1+.

Tonno rosso

Ionio settentrionale - A P. Cesareo furono misurati 54 tonni allo sbarco e 24 a bordo. La distribuzione delle frequenze delle taglie dei primi, riportata in fig. 3e, mostra che il 48% di essi aveva lunghezza compresa tra 35 e 45 cm e quindi appartenevano alla classe 0 mentre il 52% era appartenete alle classi immediatamente successive.

Degli animali misurati a bordo, l'83% appartenevano alla classe 0 (35-45 cm) ed il 17% alla classe 1+ (fig. 3f).

Ionio meridionale - I 167 animali misurati ad Acitrezza avevano lunghezza compresa tra 29 e 102 cm. Dalla distribuzione delle taglie (fig. 3g) si evince che circa il 60% di essi era della classe 0 mentre il restante 40 % circa delle classi immediatamente successive.

Tirreno meridionale - I 160 esemplari misurati a Lipari avevano LF compresa tra 38 e 102 cm e la loro distribuzione delle taglie (fig. 3h) era pressocchè identica

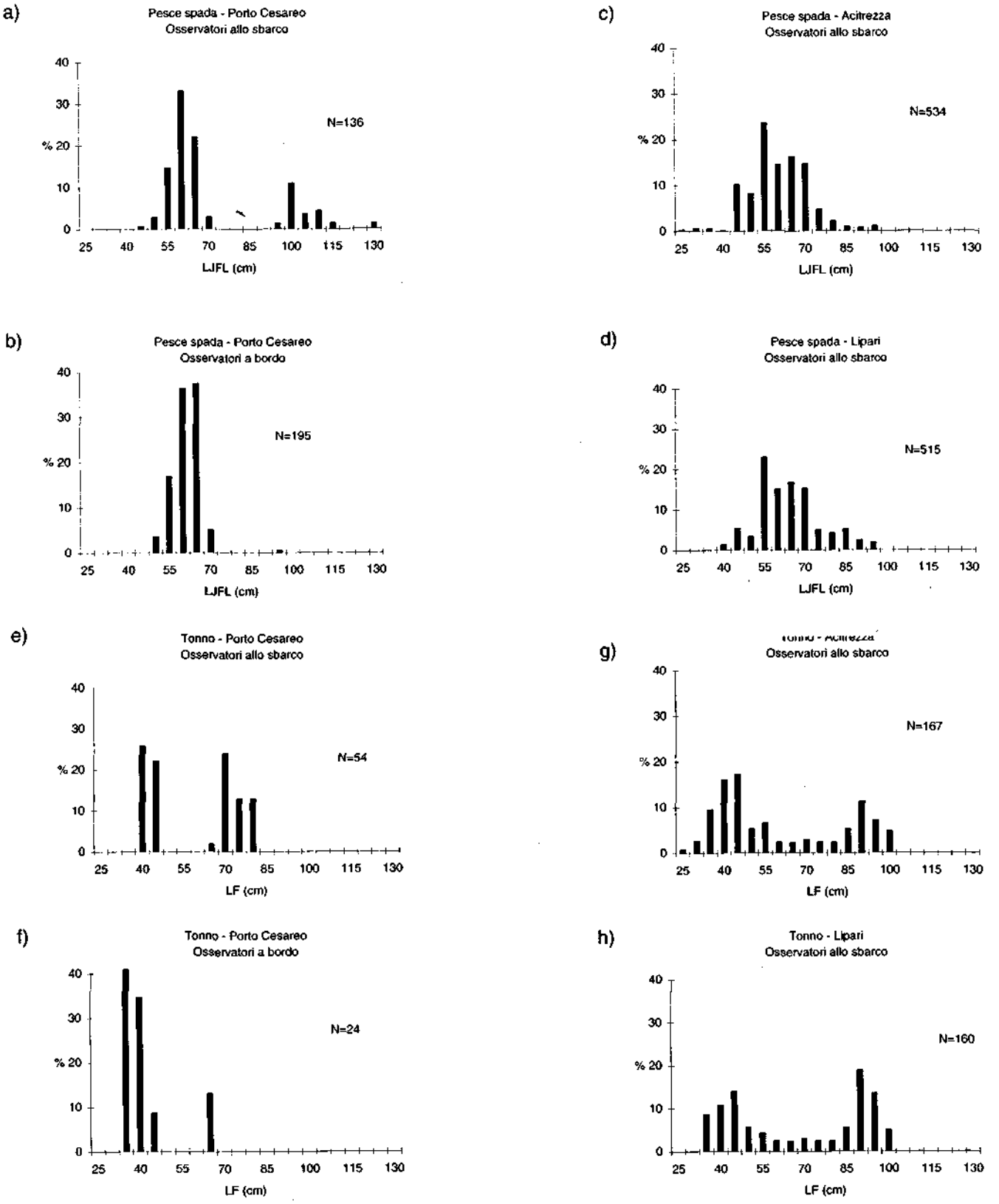


Fig. 3 - Distribuzione di taglia di esemplari di pesce spada e di tonno catturati nelle marinerie di Porto Cesareo (a,b,e,f), Acitrezza (c,g) e Lipari (d,h) nel 1995. Size frequency distribution of samples of swordfish and bluefin captured at Porto Cesareo (a,b,e,f), Acitrezza (c, g) and Lipari (d, h) in 1995.

Size frequency distribution of samples of swordfish and bluefin captured at Porto Cesareo (a,b,e,f), Acitrezza (c, g) and Lipari (d, h) in 1995.

a quella degli animali pescati ad Acitrezza con presenza di qualche animale in più di taglia maggiore.

Altre specie di by-catch - Tanto nella rilevazione allo sbarco quanto in quella a bordo è stata osservata nel pescato la presenza di specie diverse la cui cattura è considerata accidentale.

Le specie osservate sono state le seguenti: *Coryphaena hippurus, Prionace glauca, Sphyrna zygaena, Ruvettus pretiosus, Tetrapturus belone, Brama brama, Mola mola, Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea.*

Conclusioni

Indagini sulla mortalità da pesca dei giovani di pesce spada erano state già condotte da De Metrio *et al.* (1984a) nel Golfo di Taranto che, nel quinquennio 1978-1982, avevano indagato sulle catture accidentali realizzate dal long-line derivante avente come specie bersaglio l'alalunga. Questi autori trovarono che, nel quinquennio in questione, le CPUE relative ai giovani esemplari di pesce spada catturati con il long-line per l'alalunga mostravano valori variabili tra 0.36 e 1.39, con un valore medio per i 5 anni di 0.68. Confrontando questi valori con quelli riscontrati nella stessa area nel corso della presente indagine, sembra di poter asserire che i dati odierni siano, in termini di valori di CPUE, sovrapponibili a quelli di allora.

Ciò ovviamente solo per quanto riguarda le osservazioni condotte allo sbarco in quanto non esistono dati di comparazione per le osservazioni condotte a bordo.

Per quanto riguarda invece i risultati ottenuti dalle osservazioni condotte a bordo nel 1995, sembra di poter ragionevolmente asserire che i dati reali siano ben diversi da quelli dichiarati dai pescatori. Questi ultimi infatti, a causa dei controlli allo sbarco che negli ultimi anni sono stati notevolmente intensificati, occultano la maggior parte degli animali sottomisura tagliandoli in pezzi e privandoli della pelle per rendere difficile il riconoscimento. Una notevole quantità di giovani pesci spada catturati sfuggono quindi al controllo come, d'altra parte, sfuggono al controllo le diverse migliaia di "spadelli" che vengono annualmente pescati dalla pesca sportiva il cui numero, solo lungo la costa ionica della Calabria, fu stimato in 650.000 nel 1984, 270.000 nel 1985 e 380.000 nel 1986.(De Metrio, 1987).

Considerato che attualmente la taglia media di cattura degli animali adulti si è notevolmente ridotta si intuisce che prendere provvedimenti per la salvaguardia degli stadi giovanili è diventato un problema urgente.

L'impatto del long-line per l'alalunga, da quanto emerso dall'indagine, non sembra invece destare molte preoccupazioni per quanto riguarda le catture di stadi giovanili di tonno rosso. La Comunità scientifica internazionale comunque esprime preoccupazioni per le numerose catture che, comunque con attrezzi diversi, vengono tutti gli anni realizzate tanto che tra le raccomandazioni dell'ICCAT vi è quella di porre particolare attenzione affinchè la mortalità di pesca degli animali di classe 0 venga ridotta. (SCRS, 1993).

Summary

Fishing data were collected during the 1995 fishing season to study the impact of such fishing activities on the recruitment of bluefin tuna and swordfish. The investigation was carried out both by means of on-board observers on some boats and in various landing ports. The investigated areas were northern and southern

Ionian and southern Tyrrhenian seas. The results of the investigations showed that in numerical terms the young swordfishes and bluefin tunas (class 0) reach percentages of 53.2% and of 10.1% of the catches respectively. This means that the total amount of young swordfishes and bluefin tunas caught on albacore long-lines is the order of several thousands.

Bibliografia

ANONYMUS (1993) - *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas Report of Biennal period (1992-1993)* Part I (1992): 171.

DE METRIO G. (1987) - Valutazione sull'entità, la composizione strutturale e la dinamica biologica degli stocks dei Grandi scombroidei (*Thunnus thynnus* L., *Thunnus alalunga* Bonn., *Xiphias gladius* L.) nel Golfo di Taranto. *Rapporto 1984-1986 per Ministero Marina Mercantile.*

DE METRIO G. (1988) - Valutazione sull'entità, la composizione strutturale e la dinamica biologica degli stocks dei Grandi scombroidei (*Thunnus thynnus* L., *Thunnus alalunga* Bonn., *Xiphias gladius* L.) *Rapporto 1987-1988 per Ministero Marina Mercantile.*

DE METRIO G., PETROSINO G., LO PRESTI M., TERIO E. (1981) - Andamento della pesca del pesce spada (*Xiphias gladius* L.) nel triennio 1978-1980 al largo delle coste del Salento. *Atti e Relaz. Accad. Pugl. Scienze*, n.s., **39** (parte II): 1-35.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1982b) - Catture di tartarughe marine (*Caretta caretta* L. e *Dermochelys coriacea* L.) lungo le coste del Salento. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (suppl): 382.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1983) - Captures de tortues marines (*Caretta caretta* L. e *Dermochelys coriacea* L.) dans la mer Ionienne. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **28** (5): 237-238.

DE METRIO G., PETROSINO G., TURSI A. (1982a) - La pesca di *Prionacea glauca* (Pisces, Chondrichthyes) lungo le coste del salento nel quadriennio 1978-1981. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **50** (suppl): 381.

DE METRIO G., TURSI A., PETROSINO G. (1984a) - Catture di giovani esemplari di pesce spada (*Xiphias gladius* L.) nelle acque dello Ionio. *Nova Thalassia*, **6** (suppl): 511-516.

DE METRIO G., PETROSINO G.MONTANARO C., MATARRESE A. LENTI M., CECERE E. (1984b) - Survey on summer-autumn population of *Prionacea glauca* (Pisces, Chondrichthyes) in the Gulf of taranto (Italy) during the four year period 1978-1981 and its incidence on swordfish (*Xiphias gladius* L.) and albacore (*Thunnus alalunga* Bonn.) fishing. *Oebalia*, **10**, ns: 105-116.

DI NATALE A. (1990) - Bluefin (*Thunnus thynnus* L.) and Albacore (*Thunnus alalunga* Bonn.) fishery in the southern Tyrrhenian sea: 1985-1989 Surveys. *ICCAT*, **35** (2): 231-240.

DI NATALE A., LABANCHI G., MANGANO A., MAURIZI A., MONTALDO L., NAVARRA E., PEDERZOLI A., PINCA S., PLACENTI V., SCHIMENTI G., SIENI E., TORCHIA G., VALASTRO M. (1992) - Gli attrezzi pelagici derivanti utilizzati per la cattura del pesce spada (*Xiphias gladius*) adulto: valutazione comparata della funzionalità della capacità di cattura, dell'impatto globale e della economia dei sistemi e della riconversione. *Rapp. Dir. Gen. Pesca Maritt. MRAAF*, Roma: 350 pag. + 60 suppl.

MARANO G., ROSITANI L., UNGARO N., DE ZIO V. (1987) - Cours des prises avec palangre de surface dance l'Adriatique du Sud (Cotes italiennes), triennat. 1984-86 *FAO Fisheries Report*, **394**: 112-120.

MARANO G., ROSITANI L., UNGARO N., DE ZIO V. (1988) - Attività di pesca con "long-line" nel basso Adriatico: Grandi Scombroidei 1984-1985. *Atti CNR Min. Mar. merc. Atti seminari UU.OO. Progetti di Ricerca I piano pesca et Acquacoltura*, **1**: 191-216.

Lavoro eseguito con il contributo della UE (Progetto N 94/079) e del M.R.A.A.F.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 237-243

S. De Ranieri, P. Belcari, D. Bertolini, F. Biagi, V. Chiericoni*, A.G. Cognetti*, M. Mori**, N. Nannini*, B. Reale*, V. Rocca*, P. Sartor*, M. Sbrana*

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa, Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
*Centro Interuniversitario di Biologia Marina - Livorno, Italia.
**Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Genova, Italia.

RECLUTAMENTO DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DEMERSALI NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

RECRUITMENT OF SOME DEMERSAL SPECIES IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract

Recruitment to the bottom trawl fishery of some important demersal species in the northern Tyrrhenian Sea was studied. Abundance and spatio-temporal distribution of the recruits were analyzed for each species. Periods and areas with the greater abundance of recruits were identified.

Key-words: recruitment, Tyrrhenian Sea, demersal species, trawl fishery.

Introduzione

L'area del Mar Tirreno settentrionale tra l'Isola d'Elba e l'Isola di Giannutri è oggetto di ricerche sulle risorse ittiche sfruttate dalla pesca a strascico, che hanno permesso di acquisire informazioni sulla consistenza degli stock e sulle caratteristiche biologiche ed ecologiche delle principali specie demersali (De Ranieri *et al.*, 1992, 1993, fra gli altri).

Questa nota è rivolta allo studio del reclutamento all'attrezzo da pesca di alcune specie ittiche prelevate con reti a strascico: il nasello (*Merluccius merluccius*), la triglia di fango (*Mullus barbatus*), il potassolo (*Micromesistius poutassou*), la mostella di fondale (*Phycis blennoides*), il moscardino (*Eledone cirrhosa*) e lo scampo (*Nephrops norvegicus*). Per ciascuna specie è stata presa in considerazione la frazione demografica che entra a far parte della popolazione sfruttata.

Materiali e metodi

I dati analizzati provengono da campagne sperimentali a strascico, effettuate dal 1985 al 1995, nell'ambito di tre distinti progetti di ricerca aventi differenti caratteristiche nella scansione temporale e nel disegno di campionamento (Tab. 1).

Le reclute, definite come individui immaturi e nel loro primo anno di vita, sono state individuate considerando per ciascuna specie un determinato intervallo di taglia: fino a 12 cm di lunghezza totale (L.T.) per nasello, potassolo e mostella, fino a 10 cm L.T. per la triglia, fino a 4 cm di lunghezza del mantello (L.M.) per il moscardino e fino a 20 mm di lunghezza carapace (L.C.) per lo scampo. Le aree di maggior concentrazione di giovani sono state delimitate tenendo in considerazione le catture orarie per cala delle frazioni demografiche sopra definite.

Tab. 1 - Caratteristiche del campionamento dei differenti programmi di ricerca (Maglie della rete al sacco 38 mm diagonale).

Sampling characteristics of the different research surveys (38 mm cod end mesh size).

Periodo	N°di campagne (stagioni)	Disegno di campionamento	N° di cale (durata)	Strati batimetrici(m)	Potenza imbarcazione
1985-'87	6 (primavera-estate)	casuale-stratificato	180 (1 ora)	0-50 50-100 100-200 200-450 450-700	120 HP (campagne 1-2) 400 HP (campagne 3-6)
1990-'93	9 (primavera-estate autunno)	transetti	103 (1-2 ore)	0-50 50-200 200-450 450-700	540 HP (campagne 1-3) 580 HP (campagne 4-9)
1994-'95	4 (primavera-autunno)	casuale-stratificato	100 (1 ora)	0-50 50-100 100-200 200-450 450-700	800 HP

Risultati e discussione

Le tabb. 2 e 3 permettono di evidenziare la presenza e l'abbondanza delle reclute nelle diverse stagioni dell'anno, per ogni strato batimetrico, caratterizzandone altresì la struttura in taglie. L'abbondanza relativa è stata espressa come rendimento orario medio in numero (R.O.M., n/h), mentre come descrittore di questa componente demografica è stata scelta la taglia media.

Gli individui giovani di *M. merluccius* sono risultati presenti in tutti i periodi considerati e hanno costituito spesso la maggior parte delle catture. Nei mesi estivi e specialmente nel periodo agosto-settembre sono state riscontrate le maggiori catture, soprattutto tra 100 e 200 m (oltre 2000 individui/h), con particolare abbondanza in prossimità dell'Isola del Giglio ed a sud dell'Isola d'Elba. Nelle differenti stagioni, la taglia media delle reclute è rimasta piuttosto costante, compresa tra 9 e 11 cm L.T.. Nel Mar Ligure la maggior concentrazione di giovani di questa specie è stata osservata in primavera con un picco autunnale di minor ampiezza (Orsi Relini *et al.*, 1989).

La comparsa delle reclute di *M. barbatus*, per le caratteristiche biologiche della specie, è invece limitata ad un preciso periodo dell'anno; il reclutamento all' attrezzo è ben evidente da agosto ad ottobre lungo la fascia costiera, essenzialmente entro 30 m di profondità. Gli individui più piccoli in assoluto (4 cm L.T.) sono stati osservati nel periodo agosto-settembre.

Le catture di giovani di *M. poutassou* sono state ottenute esclusivamente nelle campagne primaverili, anche se in maniera cospicua solo negli anni 1994-95, tra 100 e 200 m. La non sistematicità di cattura con la rete a strascico può essere imputabile anche alle caratteristiche ecologiche della specie, la meno legata al fondo tra quelle esaminate.

Anche *P. blennoides* è caratterizzata da un reclutamento all'attrezzo limitato ad un solo periodo dell'anno. In primavera sono stati rinvenuti gli esemplari più piccoli in assoluto (4 cm L.T.), in estate le reclute raggiungono la massima abbondanza

Tab. 2 - Rendimenti orari medi (R.O.M., n/h) delle reclute delle sei specie per stagione e strato batimetrico.

Mean yield per hour (R.O.M., n/h) of the six species recruits for each season and bathymetric stratum.

	1985-1987				1990-1993						1994-1995			
	Primavera (13/5 -23/5)		Estate (20/8-16/9)		Primavera (8/4-6/5)		Estate (29/6-9/7)		Autunno (8/10-20/11)		Primavera (18/4-10/5)		Autunno (17/10-11/11)	
Profondità (m)	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds	R.O.M. (n/h)	±ds
M.merluccius **- L.T. ≤12 cm**														
<50	1,6	2,9	9,1	17,5	0,7	1,2	6,8	9,3	3,5	6,8	1,8	2,1	0,3	0,5
50-100	19,3	28,9	117,1	136							21,6	16,8	39,5	33,1
100-200	270,8	349	2287	5091							192,2	190	841,7	807
50-200					78,4	51,7	724,7	1291	1325	1601				
200-450	58,1	85,8	604	1149	103,7	135	688,7	1168	691,8	657	27,9	39,6	541,5	683
450-700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.barbatus **- L.T. ≤10 cm**														
<50	6,11	7,7	4177	4503	105	206	1	2,2	1576	2404	7,3	15,6	233	148
50-100	1,2	2,5	14,4	38,7							0,1	0,4	30,3	26
100-200	0	0	0,6	3,3							0	0	0,4	1,1
50-200					0,2	0,4	0	0	17,2	51,6				
200-450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450-700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M.poutassou **- L.T. ≤12 cm**														
<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-100	0	0	0	0							0	0	0	0
100-200	0	0	0	0							63,6	218	0,2	0,9
50-200					1	2,8	0	0	0	0				
200-450	0	0	0,2	0,9	1,2	3	0	0	0	0	4,7	10,9	0	0
450-700	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P.blennoides **- L.T. ≤12 cm**														
<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-100	0	0	0	0							0	0	0	0
100-200	2,5	9,5	0,7	3,1							0	0	0,4	1
50-200					0,5	1,1	4,8	12,4	0,1	0,3				
200-450	0,3	1,2	20,1	37,5	4	6,7	35,1	51,4	1,8	3,3	4,5	7	16,2	29,5
450-700	0	0	0,3	0,8	13,5	20,5	56	72,4	8,6	14,4	6,3	7,7	12,3	12,9
E.cirrhosa **- L.M. ≤4 cm**														
<50	0,1	0,3	0,3	1	0	0	1,2	2,7	0,2	0,4	0	0	0,5	0,8
50-100	0,6	0,9	13,5	19,2							0,6	1,4	3,1	5,5
100-200	1,1	1,9	20,5	31,2							2,2	3,1	5,7	6,1
50-200					0,1	0,3	3,7	5,5	0	0				
200-450	0,7	1,4	5,7	11,2	0,2	0,7	4,1	3,8	0	0	1,9	2,8	0,6	1,1
450-700	0,1	0,3	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.norvegicus **- L.C. ≤2 cm**														
<50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50-100	0	0	0	0							0	0	0	0
100-200	0,1	0,3	0	0							0	0	0,1	0,2
50-200					0	0	0	0	0	0				
200-450	4,1	8,1	2,7	6,4	2,4	6,6	0	0	0,8	1,4	5,9	6	2	4,6
450-700	12,4	18,2	7,5	13,4	2	1,9	1,3	2	2	1,7	14,8	32,5	6,4	10

Tab. 3 - Taglie minime e medie per stagione delle reclute delle sei specie.

Minimum and mean sizes of the six species recruits for each season.

	1985-1987				1990-1993						1994-1995			
	Primavera (13/5- 23/5)		Estate (20/8 - 16/9)		Primavera (8/4 - 6/5)		Estate (29/6-9/7)		Autunno (8/10-20/11)		Primavera (18/4-10/5)		Autunno (17/10-11/11)	
M. merluccius														
L.T. min	2		2,5		4		2,5		2,5		4,5		5,5	
L.T. (± ds)	9,3	(2,5)	9,3	(1,4)	11,1	(1,4)	9,5	(1,3)	9,9	(1,3)	9,2	(1,9)	10,4	(1,2)
M. barbatus														
L.T. min	7		4		8		9		5,5		8		5,5	
L.T. (± ds)	9,4	(0,8)	6,9	(1,2)	9,7	(0,4)	9	(0)	8,8	(0,8)	9,8	(0,5)	8,7	(1)
M. poutassou														
L.T. min	5		11,5		6,5		12				7		10	
L.T. (± ds)			11,5	(0)	8,4	(1,3)					10,5	(0,7)	10	(0)
P. blennoides														
L.T. min	4		8,5		4,5		6		9,5		5,5		9,5	
L.T. (± ds)	5,6	(2,3)	11,3	(0,7)	7	(1,3)	10,3	(1,1)	11,5	(0,6)	7,5	(0,8)	11,5	(0,5)
E. cirrhosa														
L.M. min	1,5		2		2		2,5		4		1,5		3	
L.T. (± ds)	3	(0,6)	3,7	(0,4)	2,8	(0,6)	3,2	(0,4)	4	(0)	2,6	(0,7)	3,9	(0,2)
N. norvegicus														
L.C. min	13		10		15		17		9		11		11	
L.T. (± ds)	18,3	(1,8)	18,1	(2)	18,7	(1,4)	19,4	(0,9)	17,9	(2,8)	18,1	(2)	17,4	(2,8)

soprattutto tra 200 e 450 m. Tali osservazioni sono in accordo con quanto riportato da altri autori (D'Onghia *et al.*, 1989). In tab. 3 è chiaramente visibile la progressione della taglia media delle singole coorti. Biagi e Farnocchia (1994) riportano per la specie nell'area un tasso di accrescimento, nel primo anno di vita, superiore a 1 cm/mese.

I giovani di *E. cirrhosa* compaiono nella popolazione sfruttata in aprile-maggio (taglia minima 1,5 cm L.M.) e diventano una frazione cospicua delle catture in giugno-agosto (taglia media di 3,2-3,7 cm L.M.); in autunno, in seguito all'accrescimento, la taglia media si sposta intorno a 4 cm L.M.. Le reclute si concentrano nella fascia batimetrica compresa tra 70 e 200 m. Queste osservazioni trovano sostanziale conferma con quanto osservato in altre aree (Palumbo e Wurtz, 1983-'84). Nei mesi in cui sono particolarmente abbondanti, i giovani di questa specie, dato il notevole pregio commerciale, sono oggetto di una pesca mirata.

Le reclute di *N. norvegicus* non sono mai state catturate con elevati rendimenti e la loro percentuale rispetto alla cattura totale per cala è stata quasi sempre inferiore al 10%. Questo fatto è dovuto essenzialmente alla ridotta disponibilità di questa frazione demografica alla rete a strascico conseguente ad aspetti eco-etologici. Comunque, le catture più abbondanti di individui ≤ 2 cm L.C. sono state ottenute in primavera ed in estate, tra 300 e 500 m.

La tab. 4 e la fig. 1 riassumono, indicativamente, la distribuzione spaziale e temporale delle reclute delle sei specie, evidenziando le zone ed i periodi con presenza più elevata di giovani nelle catture a strascico.

In tali rappresentazioni si è tenuto conto anche delle informazioni provenienti dal monitoraggio mensile della struttura demografica dello sbarcato commerciale.

Sebbene sia evidente una certa diversità nel periodo di reclutamento, si registrano alcuni mesi con maggiore abbondanza di giovani nelle catture: il periodo estivo, soprattutto per triglia, nasello e moscardino (Tab. 4).

Tab. 4 - Abbondanza di reclute delle sei specie nelle catture a strascico.

Abundance of the six species recruits in the trawl catches.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
M. merluccius												
M. barbatus												
M. poutassou												
P. blennoides												
E. cirrhosa												
N. norvegicus												

presente abbondante molto abbondante

Per quanto riguarda l'aspetto spaziale, si evidenziano alcune aree con maggior concentrazione di giovani, sebbene questi abbiano un'ampia distribuzione orizzontale; particolarmente importanti, oltre alla fascia costiera per la triglia, sembrano le zone tra 100 e 200 m specialmente in prossimità dell'Isola del Giglio e a sud dell'Elba (Fig. 1).

Conclusioni

La definizione delle caratteristiche del reclutamento riveste notevole importanza, non solo nell'ecologia delle singole specie, ma anche a fini gestionali. Le attuali misure di regolamentazione della pesca a strascico (fermo biologico, taglie minime) sono tese essenzialmente a ridurre la mortalità da pesca sulle forme giovanili, al fine di aumentare la taglia di prima cattura incrementando la biomassa pescabile e la qualità commerciale.

Il fermo biologico (fine estate-inizio autunno), pur essendo attuato nel periodo con la maggior abbondanza di giovani, non sembra essere del tutto efficace, soprattutto per specie con lento accrescimento ed elevata longevità (nasello, scampo). Date le caratteristiche del reclutamento e la multispecificità delle catture, si potrebbero individuare delle soluzioni alternative, come un fermo "a macchie", con un'interruzione della pesca variabile, sia nello spazio che nel tempo.

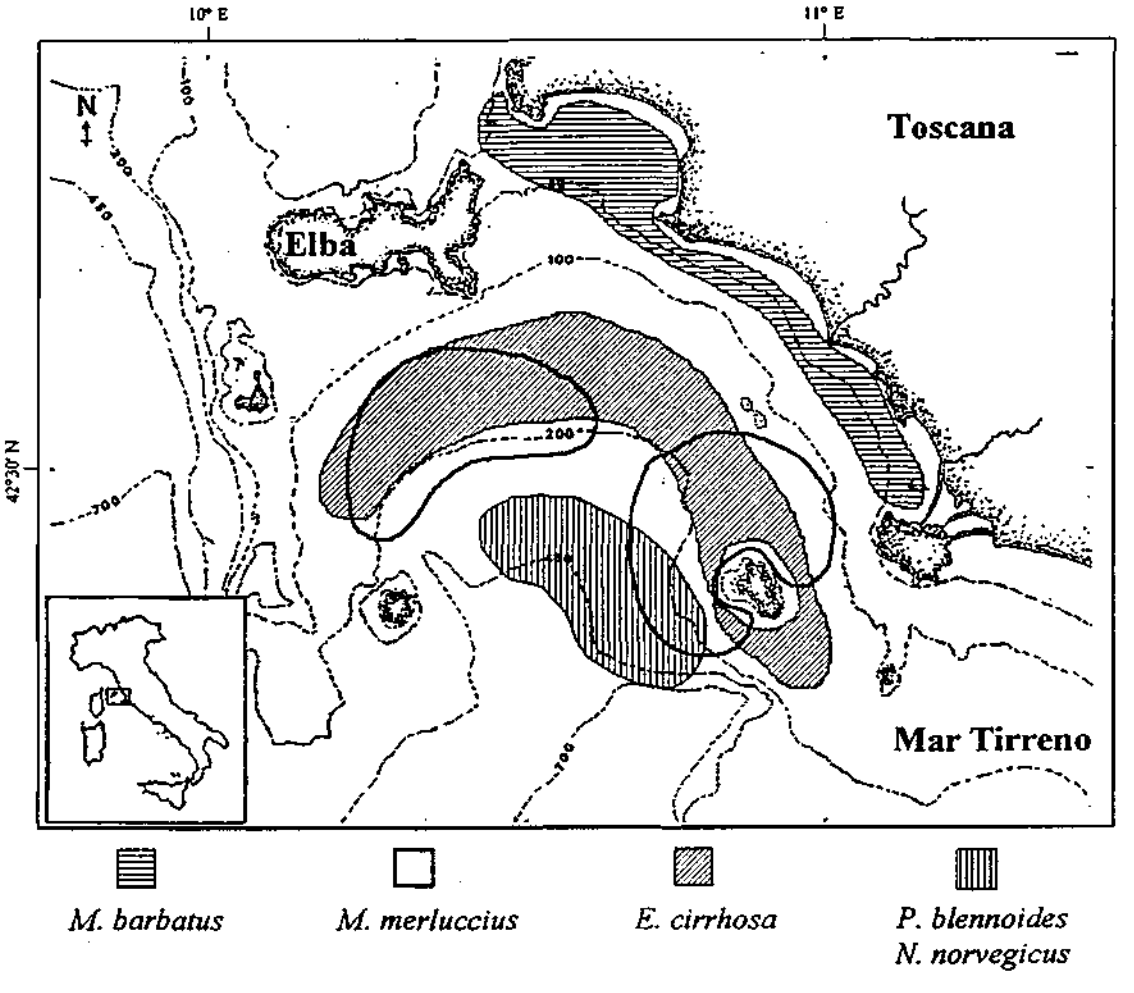


Fig. 1 - Aree con la maggiore abbondanza di giovani delle sei specie nelle catture a strascico.
Areas with greater abundance in the trawl catches of recruits of the six species.

Summary

Aim of this work is the analysis of the recruitment to the bottom trawl fishery of the most important demersal species in the northern Tyrrhenian sea; hake (*Merluccius merluccius*), red mullet (*Mullus barbatus*), blue whiting (*Micromesistius poutassou*), greater forkbeard (*Phycis blennoides*), horned octopus (*Eledone cirrhosa*) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) were studied.

Data are coming from different research surveys, carried out from 1985 to 1995, and from monitoring of the commercial landings. The recruits, immature individuals in the first age group, were choosen considering for each species a specific size range: 0-12 cm T.L. for hake, blue whiting and greater forkbeard, 0-10 cm T.L. for red mullet, 0-4 cm M.L. for horned octopus and 20 mm C.L. for Norway lobster.

M. merluccius recruits, abundants in the catches all the year, resulted most important in the Summer period, especially between 100 and 200 m; in this bathymetrical range the juveniles of *M. poutassou* were recorded in Spring. Regarding *M. barbatus*, the recruitment occurred in a restricted period, from august to october, in the littoral zone. In the case of *P. blennoides*, the recruits appeared in Spring, becoming more important in the catches in Summer, mostly from 200 to 450 m. Recruitment of *E. cirrhosa* started in late spring at depths comprised between 70 and 200 m; small-size specimens of this species resulted important in the catches particularly in summer. The catch of *N. norvegicus* juveniles, even if very scarce, were recorded all the year, with a peak in spring at depth beyond 450 m.

These results can be useful in order to identify periods and areas in which to reduce the fishing mortality exerted on the recruits.

Ringraziamenti

Si ringraziano in particolare il Dott. Claudio Viva e l'equipaggio della M/P Francesco Padre. Un ringraziamento anche ai componenti delle altre imbarcazioni e alla Cooperativa di Pesca dell'Argentario per la fattiva collaborazione durante gli anni di ricerca.

Bibliografia

BIAGI F., FARNOCCHIA I. (1994) - Reclutamento ed accrescimento di *Phycis blennoides* (Brunnich, 1768) nel Mar Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 295-296.

DE RANIERI S., BELCARI P., BERTOLINI D., BIAGI F., MORI M., REALE B., SARTOR P., SBRANA M., VIVA C. (1992) - Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Isola d'Elba - Isola di Giannutri). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (2): 27-39.

DE RANIERI S., BELCARI P., BIAGI F., MORI M., REALE B., SARTOR P., SBRANA M., VIVA C. (1993) - Sintesi dell'attività svolta dall'Unità Operativa "T3": Alto Tirreno (tra l'Isola d'Elba e l'Isola di Giannutri). *N.T.R. I.T.P.P. Special Publication*, **2**: 119-125.

D'ONGHIA G., TURSI A., MATARRESE A., POLLICORO R., CAROPPO C. (1989) - Alcuni aspetti biologici e gestionali della pesca di *Merluccius merluccius, Micromesistius poutassou, Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar Jonio. *Nova Thalassia*, **10** (suppl. 1): 417-424.

ORSI RELINI L., CAPPANERA M., FIORENTINO F. (1989) - Spatial-temporal distribution and growth of *Merluccius merluccius* recruits in the Ligurian Sea. Observations on the 0 group. *Cybium*, **13** (3): 263-270.

PALUMBO F., WURTZ M. (1983-'84) - Osservazioni sulla distribuzione e riproduzione di *Eledone cirrhosa* (Lam. 1798) (Cephalopoda, Octopoda) in Mar Ligure. *Nova Thalassia*, **6** (suppl.): 721-723.

Questa ricerca è stata eseguita con finanziamenti del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (ex Ministero Marina Mercantile) e con il contributo 60% (MURST).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 244-253

G. D'Onghia, A. Matarrese, P. Maiorano, M. Panza

Department of Zoology, University of Bari, - Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italy.

RECRUITMENT PATTERN OF *ARISTEUS ANTENNATUS* (RISSO, 1816) (DECAPODA: ARISTEIDAE) FROM THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA

RECLUTAMENTO DI *ARISTEUS ANTENNATUS* (RISSO, 1816) (DECAPODA: ARISTEIDAE) NEL MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE

Abstract

Twelve trawl surveys were carried out in the three areas of the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995. A total of 39,340 females and 12,290 males of Aristeus antennatus *(Decapoda, Aristeidae) were collected within 350-750 m depth range. Mature females were caught between May and November with the highest percentage during July and August. A discrete recruitment was shown during spring-summer season. Changes in density of recruits and length-frequency distributions were observed among the three study geographic areas.*

Key-words: *Aristeus antennatus*, reproduction, recruitment, Ionian Sea.

Introduction

The knowledge on *Aristeus antennatus* population structure in the north-western Ionian Sea comes from trawl surveys carried out at approximately six month intervals (spring and autumn) in the context of the Italian project "Stock Assessment of Demersal Resources" (Matarrese *et al.*, 1992) and through analysis of commercial fishing along the Calabrian coast (Vacchi *et al.*, 1995). During this research a low number of very small specimens (<24 mm carapace length) was sampled in almost each survey and an increase in their abundance was observed during June 1988 (Matarrese *et al.*, cit. op.) and 1990 (Vacchi *et al.*, cit. op.).

During an EC study project carried out in the north-western Ionian Sea, by means of a more continuous sampling than the aforementioned, a total of 51,630 specimens of *Aristeus antennatus* were collected and a contribution to the knowledge of the recruitment pattern of the species is provided in this paper.

Materials and methods

Twelve trawl surveys were carried out, at two month intervals, between August 1993 and July 1995. During each survey the hauls, seventeen on average, were allocated in an area of about 3000 Km^2 suitable for deep bottom trawling. Within this area three zones were considered: one northward along the Apulian coast, one in the central side of the basin along the Calabrian coast and another toward the southwestern coast of Calabria (Fig. 1).

The sampling was carried out at depths from 350 to 750 m during daylight hours. A professional 75 tons gross tonnage vessel was used, with 360 Hp engine and equipped with nylon otter trawl net, with stretched mesh of 40 mm. The horizontal net opening was measured by means of the SCANMAR system (Fiorentini *et al.*, 1994).

Carapace length (CL) of each specimen caught was measured. Maturity stage of gonad was recorded in females and males as proposed by Orsi Relini & Relini

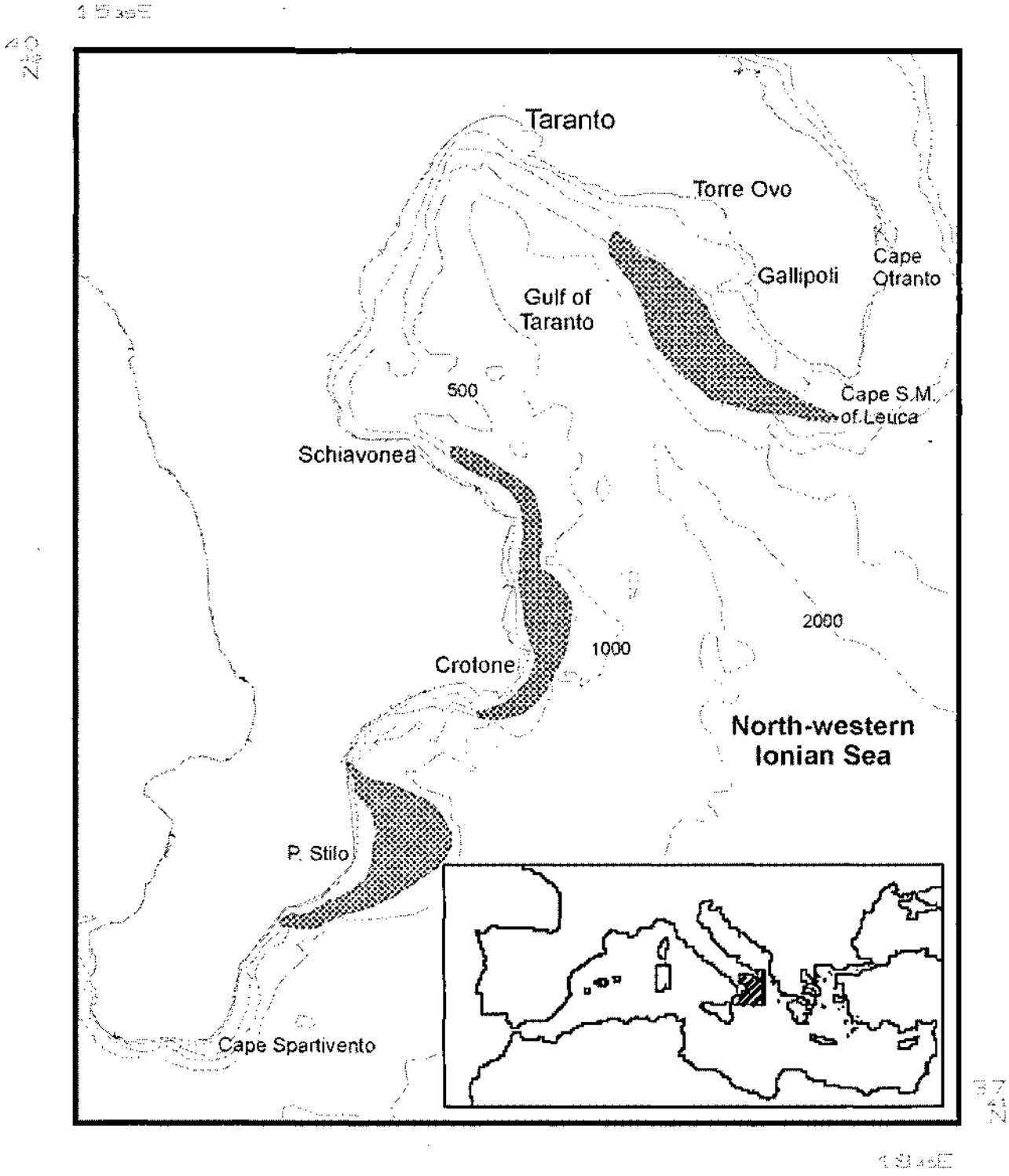


Fig. 1 - Areas investigated in the north-western Ionian from August 1993 to July 1995. Northern area (Gallipoli fishery), central and southern area (Crotone fishery).

Aree investigate nel Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995. Area settentrionale (marineria di Gallipoli), area centrale e meridionale (marineria di Crotone).

(1979) and Sardà & Demestre (1989) respectively. The presence of the spermatophores on *thelycum* was considered. Immature male and female individuals smaller than 24 mm CL (Sardà & Demestre, 1987; Sardà *et al.*, 1994) were classified as year's youngs. Densities of these specimens, expressed as individuals/Km^2, were estimated. Geographic areas, depth, temperature and salinity from the surface to the bottom were considered in the research. Change of density values of recruits between the areas was tested by analysis of variance and linear regression was employed respect to depth, temperature and salinity.

Results

In the context of the twelve trawl surveys 39,340 females and 12,290 males were caught in the north-western Ionian sea.

Mature females were observed from May to November with the highest percentage during July (57.23%) and August (64.12%). Large females attain maturity at the beginning of the reproductive season, the average size of ripe individuals then decreases at the peak of the spawning period and increases again during November (Fig. 2). The smallest mature females, observed in August, measured 19 mm CL.

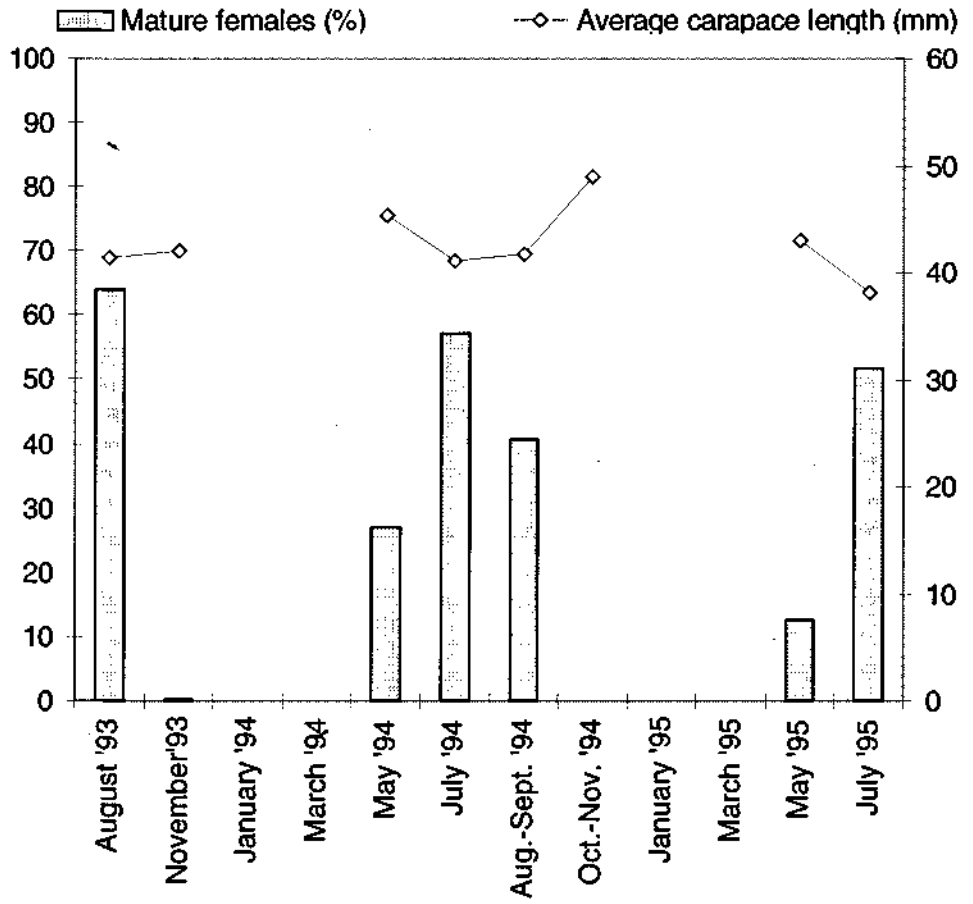


Fig. 2 - Percentage of mature females, with indication of the average size, of *Aristeus antennatus* caught in the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995.

Percentuale di femmine mature, con indicazione della taglia media, di *Aristeus antennatus* catturate nel Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995.

The longest and shortest average sizes of females bearing spermatophores were observed during winter and summer respectively. The highest percentage of females bearing spermatophores was shown from May to September while the lowest was observed in November and January (Fig. 3).

As far as maturity stage of gonad in males was concerned, a high percentage of mature individuals were found during each survey. The smallest mature male was 18 mm CL.

Immature individuals smaller than 24 mm CL of both sexes were found to be about 5% of the whole sampled population. They were caught throughout the year with the highest number between May and July. Their density, in the hauls in which they were found, ranged from 9 to 962 individuals/Km^2 in females and from 8 to 759 individuals/Km^2 in males.

Analysis of regression between density values and gradient of depth (350-750

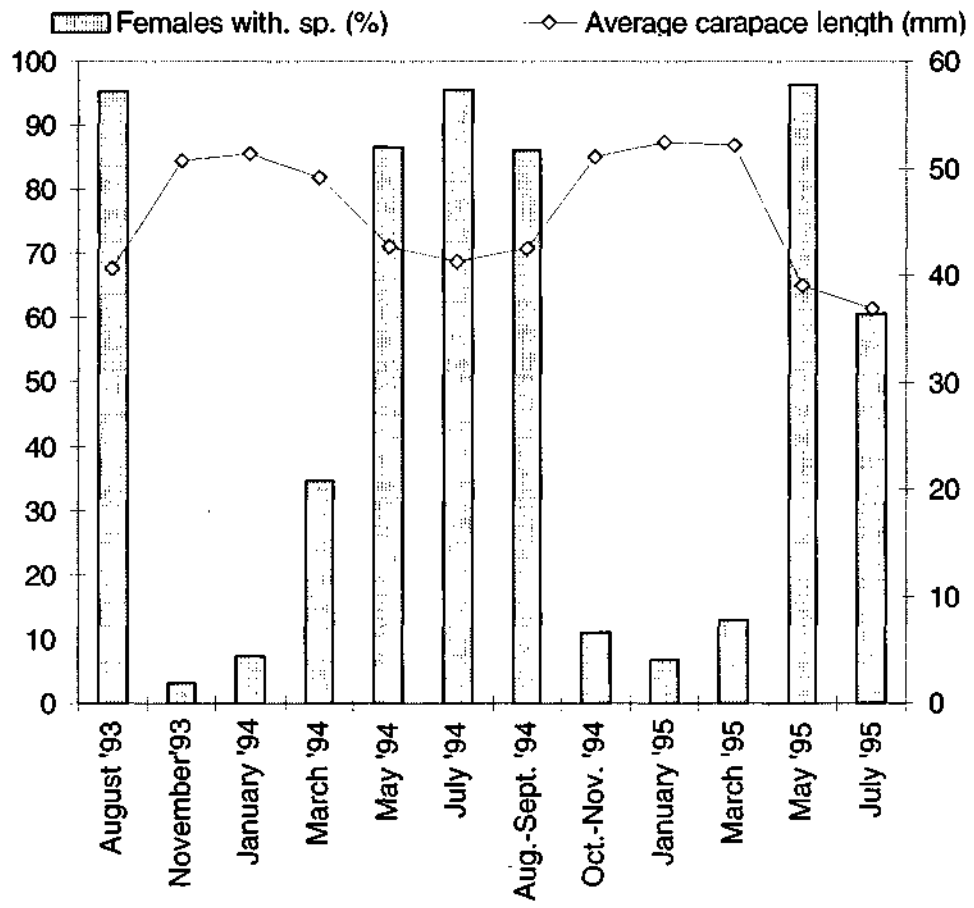


Fig. 3 - Percentage of females bearing spermatophores, with indication of the average carapace length, of *Aristeus antennatus* caught in the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995.

Percentuale di femmine con spermatofore, con indicazione della taglia media, di *Aristeus antennatus* catturate nel Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995.

m), temperature (13.2-13.8 °C) and salinity (38.5-38.8 ‰) gave no significant results. Analysis of variance exhibited statistically significant differences among densities in the three areas ($F = 4.86$; $P < 0.05$; d.f.: G1=2, G2=103 for females; $F = 5.3$; $P < 0.05$; d.f.: G1=2, G2=69 for males).

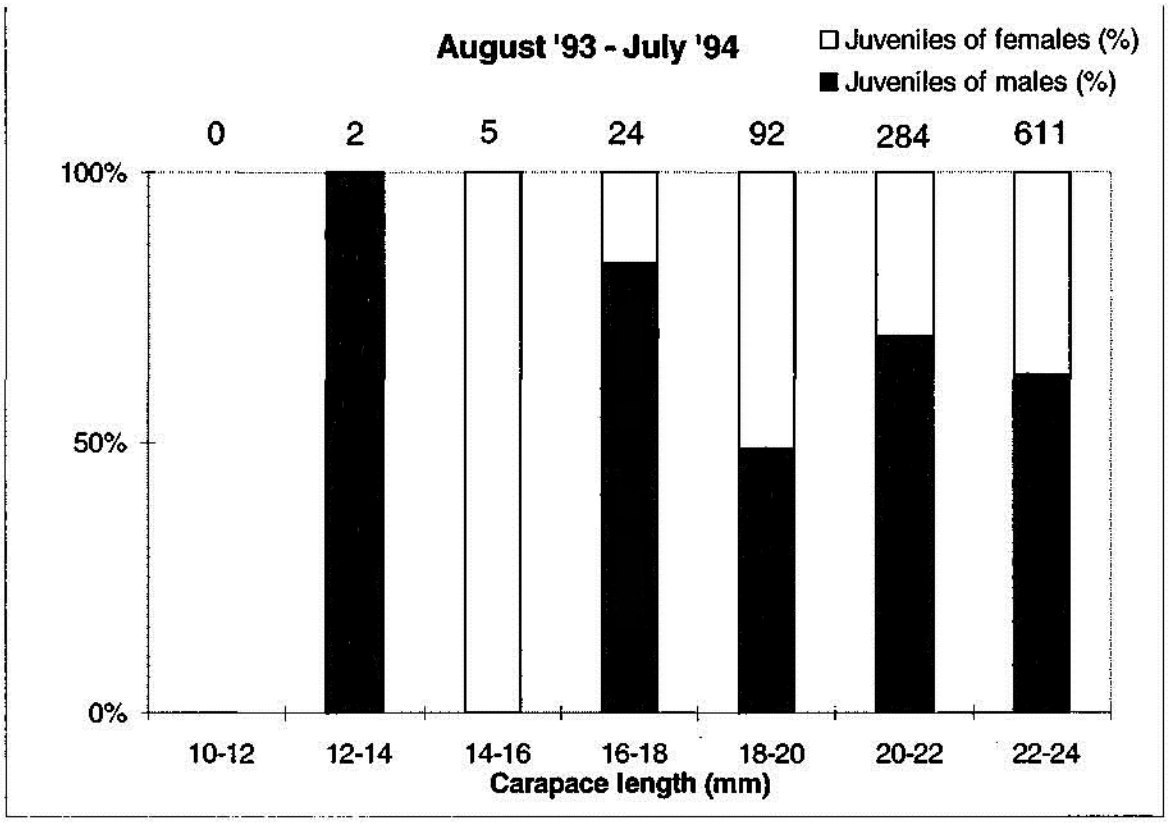
Sex ratio by size within recruits showed high variation between the years, with males (647) more abundant than females (371) during the first year and females (905) outnumbering males (425) in the second (Fig. 4).

Considering the length-frequency distribution of the individuals reported in the figure 5, apart from the presence of very small individuals during May and July, more evident in females than males, there was very little change in the size composition of the sampled population in different months.

Thus, it is both improbable and subjective, even with the aid of specific software, to follow the modal progression during time.

However, if analysis of population is carried out separately in each of the areas where *Aristeus antennatus* is distributed in the north-western Ionian Sea, a well defined recruitment pattern appears in the frequency polygons (Fig. 6). In particular, the recruitment to the gear in each area was found to be discrete and represented from May by individuals of about 18 mm CL which attain a size of about 24 mm CL in August-September and are more abundantly caught than in May.

Apart from this common pattern of recruitment, significant differences in size-frequency distribution were detected among the geographic areas, as reported previously by D'Onghia *et al.* (in press). In the northernmost zone the progression



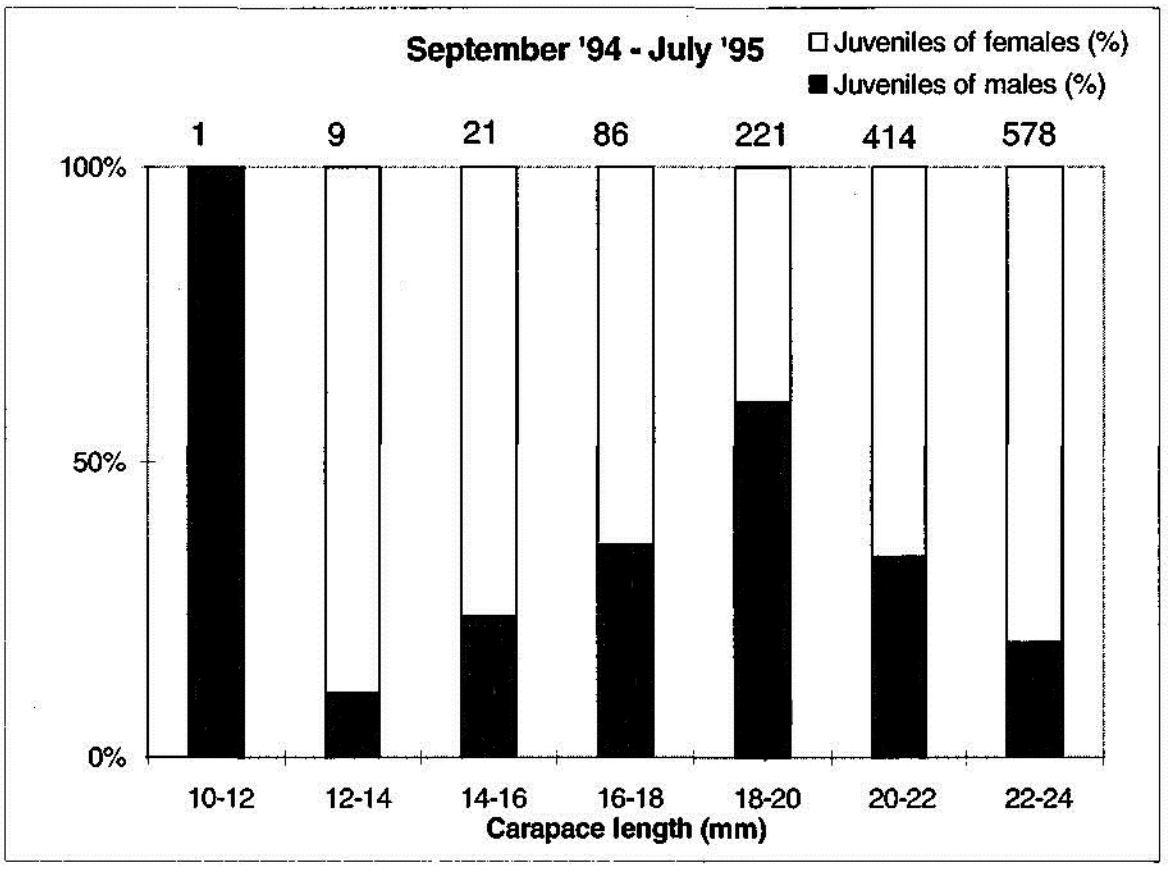
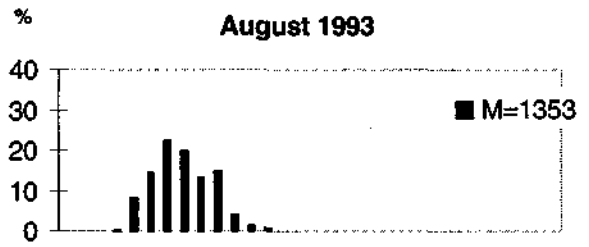
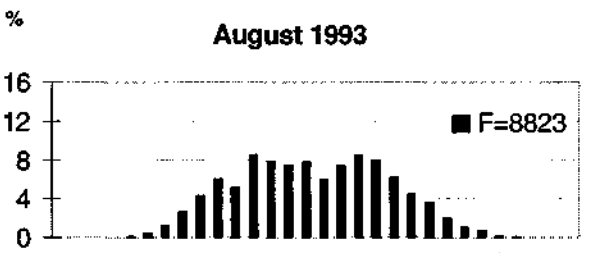


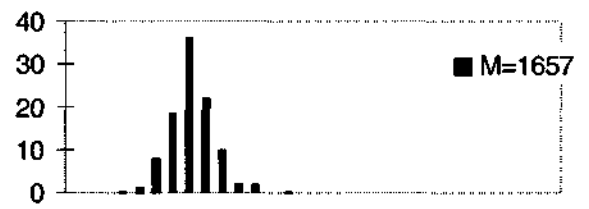
Fig. 4 - Total number and sex ratio by size of *Aristeus antennatus* juveniles caught in the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995.

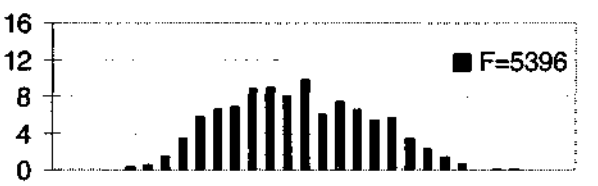
Numero totale e sex ratio per taglia di giovani di *Aristeus antennatus* catturati nel Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995.

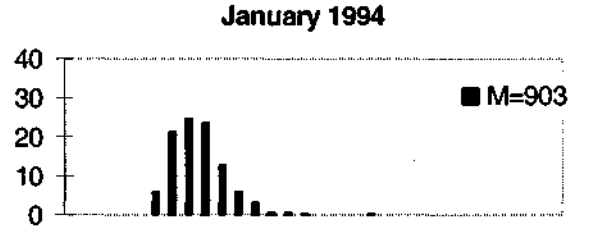
of the modes depicts asymptotic growth, where at least four cohorts were discriminated during the summer of 1995. In the central area, the same trend was observed but with differences in the modal components abundance; in the southernmost zone the data were only comparable for the first year class, despite the higher

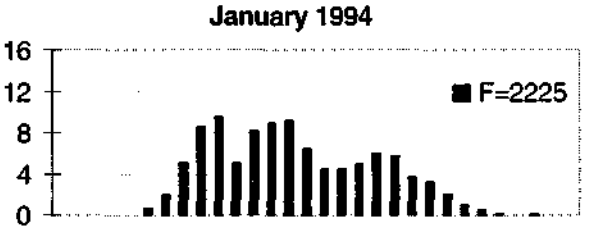


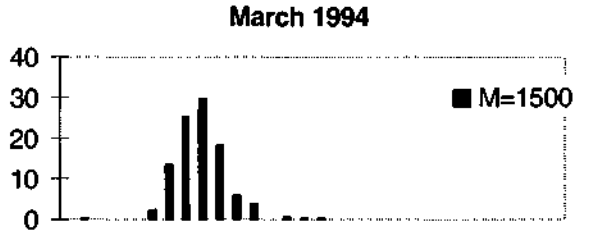


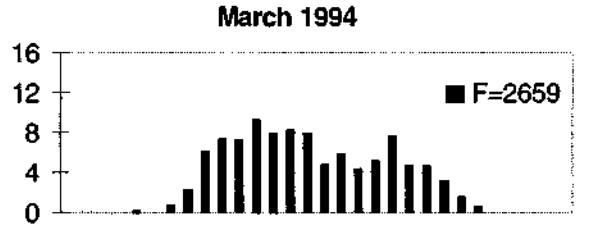




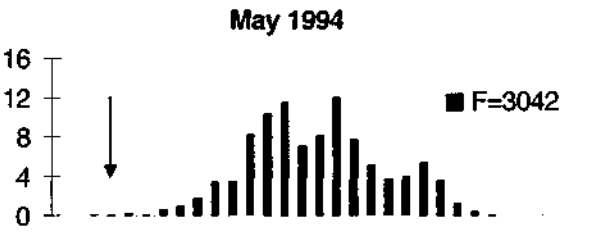




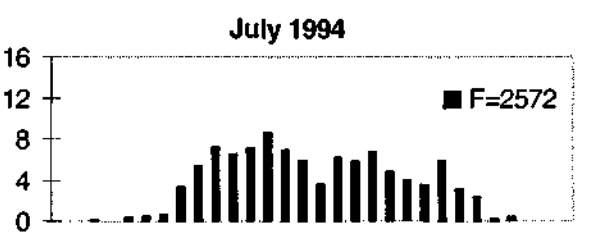


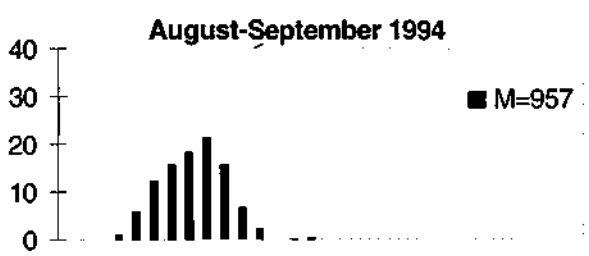


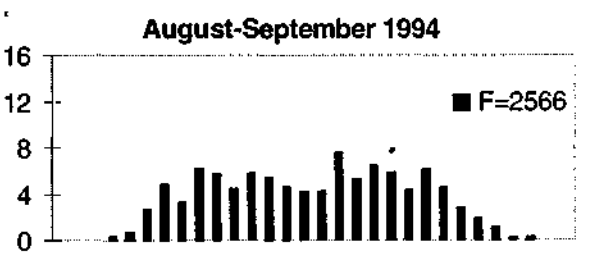


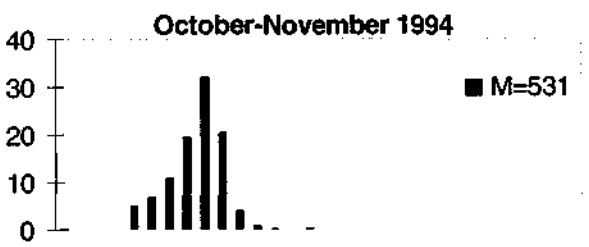


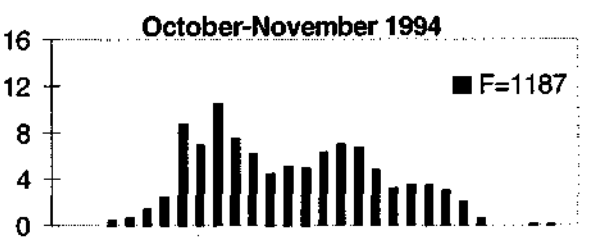












(continued on next page)

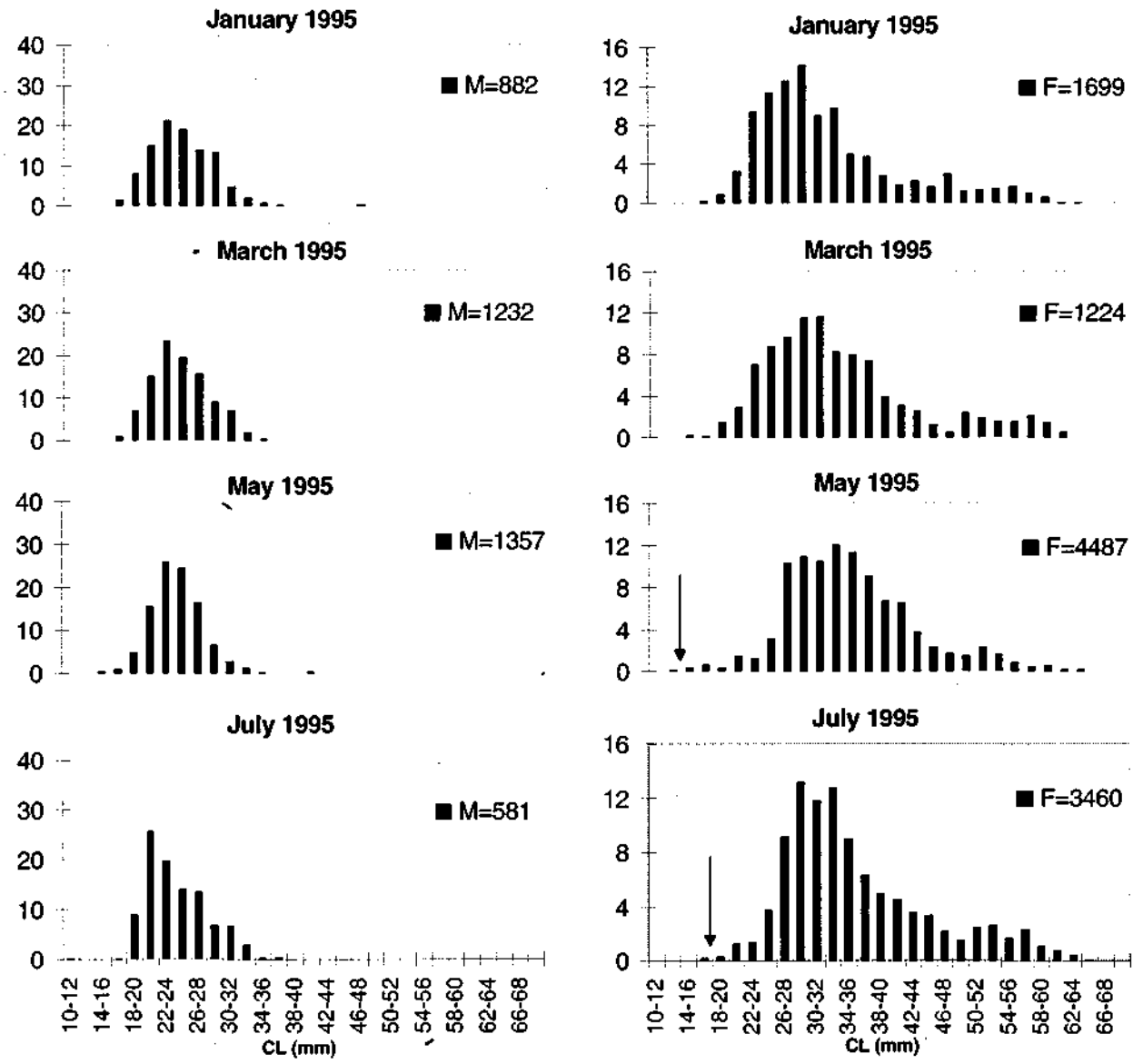


Fig. 5 - Lenght-frequency distribution of males and females of *Aristeus antennatus* caught in the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995.

Distribuzione lunghezza-frequenza di maschi e di femmine di *Aristeus antennatus* catturati nel Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995.

number of specimens generally sampled in this latter area. Length-frequency distribution appeared rather skewed during several cruises and it was even possible to detect an apparent "negative" growth between some months.

Discussion and conclusions

Aristeus antennatus presents a discrete recruitment in the north-western Ionian sea. This is in agreement with the more numerous presence of juveniles observed during June in the area (Matarrese *et al.*, 1992; Vacchi *et al.*, 1995), during August in the western Mediterranean (Orsi Relini & Relini, 1988; Sardà, 1988) and particularly with observations made by Ragonese & Bianchini (1996) in the Sicilian Channel and Arrobas & Ribeiro-Cascalho (1987) in the south Portuguese coast.

Considering that the spawning peak occurs in summer, the recruits caught during this season could be about one year old (Ragonese & Bianchini, 1996) and might become spawning stock during August-September since many of them in both sexes have mature gonad and females get spermatophores. With this regard, Mura

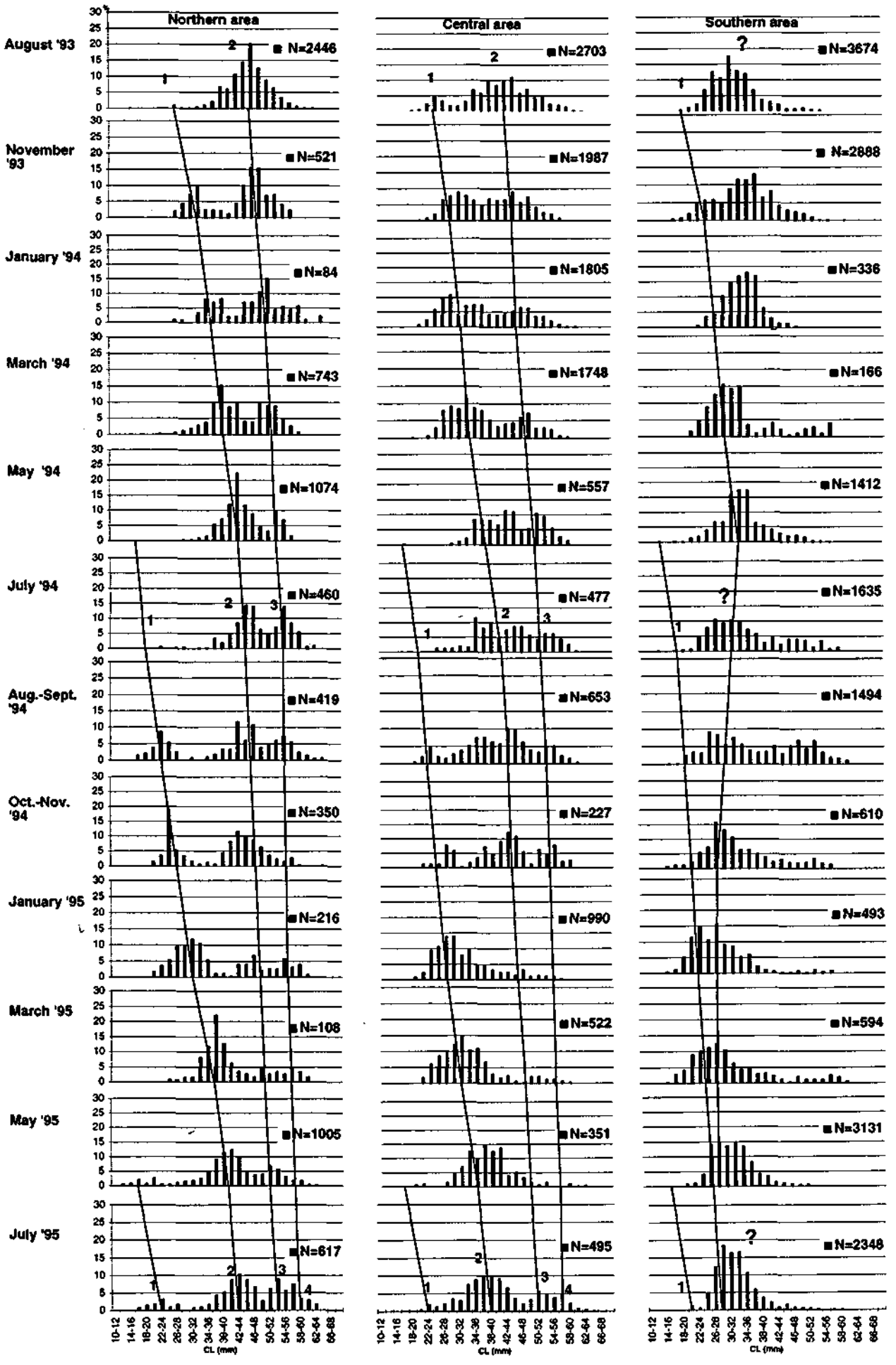


Fig. 6 - Length-frequency distribution of females of *Aristeus antennatus* caught in the three subareas of the north-western Ionian Sea from August 1993 to July 1995.

Distribuzione lunghezza-frequenza di femmine di *Aristeus antennatus* catturate in tre aree del Mar Ionio nord-occidentale da Agosto 1993 a Luglio 1995.

et al. (1992) found individuals of 20 mm CL with ripe gonad and spermatophores during August.

Concerning depth, the year's youngs were caught across the vertical gradient investigated without significant trend. Furthermore, temperature and salinity did not seem affect their distribution. Differences in recruitment abundance and size-frequency pattern were detected among the geographic areas.

Both aspects could be linked to the geomorphology of the continental slope and in particular to the presence of canyons. These can favour the vertical ascent of individuals of both sexes (Orsi Relini *et al.*, 1986; Mura & Cau, 1989; Sardà, 1993) and probably of juveniles which Sardà *et al.* (1994) found at deepest ground of the species distribution. The higher density of recruits observed in the southern area might be also a consequence of the displacement of a fraction of larvae caused by the cyclonic circulation of water mass in the Gulf of Taranto, even on the bottom (Gasparini & Griffa, 1986).

With regard to the length-frequency pattern for the areas the presence of the canyons prevents a complete coverage of the stock by the fishing gear (D'Onghia *et al.*, in press). In this zone the length-based methods, such as modal progression analysis, lead to misinterpretation of data. The apparent "negative" growth observed between different months might be explained, according to Sardà *et al.* (1994), as the effect of the size dependent migration into areas unsuitable for trawling.

Finally, from a management point of view, since recruits are vulnerable mainly during late summer and early autumn, the "closed season" during this period appears to be justified also for this resource.

Riassunto

Nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dalla CEE sono state realizzate, a partire da Agosto 1993 e fino a Luglio 1995, 12 campagne sperimentali di pesca a strascico nel Mar Ionio settentrionale. Il campionamento é stato realizzato con cadenza bimestrale ad una profondità compresa tra 350 e 750 m. Femmine di *Aristeus antennatus* con gonadi mature sono state rinvenute da Maggio a Novembre con le più alte percentuali in Luglio e Agosto. Il reclutamento si presenta discreto durante la primavera-estate. Nel successivo periodo estivo-autunnale le reclute, in relazione all'incremento di taglia, diventano più accessibili all'attrezzo. La distribuzione delle reclute non sembra essere influenzata dai gradienti di temperatura, salinità e profondità. Differenze statisticamente significative sono state osservate nella densità delle reclute rilevata in tre aree geografiche dello Ionio settentrionale.

Bibliography

ARROBAS I., RIBEIRO-CASCALHO A. (1987) - On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso,1816) in the south Portuguese coast. *Inv. Pesq.*, **51** (suppl. 1): 233-243.

D'ONGHIA G., TURSI A., MAIORANO P., PANZA M. (in stampa) - Caratterizzazione geografica dello stock di *Aristeus antennatus* (Risso,1816) nel Mar Ionio settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*

FIORENTINI L., COSIMI G., SALA A., PALUMBO V. (1994) - Caratteristiche e prestazioni delle attrezzature a strascico impiegate per la Valutazione delle Risorse Demersali in Italia. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (2): 115-134.

GASPARINI G.P., GRIFFA A.L., (1986) - Studio delle condizioni dinamiche nel Golfo di Taranto. Indagine Ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia, ENEA: 101-125.

MATARRESE A., D'ONGHIA G., TURSI A. (1992) - Struttura e dinamica dello stock di *Aristeus antennatus* (RISSO, 1816) (CRUSTACEA, DECAPODA) nel Mar Jonio. *Oebalia*, suppl. **17**: 61-66.

MURA M., CAU A. (1989) - Sul dimorfismo sessuale e sex-ratio in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Oebalia*, **15** (2): 811-814.

MURA M., CAMPISI S., CAU A. (1992) - Osservazioni sulla biologia riproduttiva negli aristeidi demersali del Mediterraneo centro-occidentale. *Oebalia*, **17** (suppl. 2): 61-66.

ORSI RELINI L., RELINI G. (1979) - Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristeus antennatus* (Decapoda, Penaeidae) nel Mar Ligure. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano*, **7**: 39-62.

ORSI RELINI L., RELINI G. (1988) - An uncommon recruitment of *Aristeus antennatus* (Risso) (Crustacea Decapoda Aristeidae) in the Gulf of Genova. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31** (2): 10.

ORSI RELINI L., RELINI G., SEMERIA M. (1986) - Displacements of shoals of *Aristeus antennatus* deduced from the fishing activity of West Ligurian trawlers. *Rapp. P. V. Réun. CIESM*, **30** (2): 12.

RAGONESE S., BIANCHINI M. (1996) - Growth, mortality and yield-per-recruit of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea-Aristeidae) of the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Fish. Res.*, **26**: 125-137.

SARDÀ F. (1988) - Progresos realizados en el conocimento de la biología pesquera de la gamba, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). Ensayo de valuación de bancos en el Mediterráneo Occidental. *FAO Fish. Rep.*, **365**: 76-83.

SARDÀ F. (1993) - Bio-ecological aspects of the decapod crustacean fisheries in the Western Mediterranean. *Aquat. Liv. Resour.*, **6**: 299-305.

SARDA' F., DEMESTRE M. (1987) - Estudio biológico de la gamba *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) en el Mar Catalán (NE de España). *Inv. Pesq.*, **51** (supl. 1): 213-232.

SARDA' F., DEMESTRE M. (1989) - Shortening of the rostrum and rostral variability in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Decapoda: Aristeidae). *Jour. Crust. Biol.*, **9** (4): 570-577.

SARDÀ F., CARTES J.E., NORBIS W. (1994) - Spatio-temporal structure of the deep-water *Aristeus antennatus* (Decapoda: Aristeidae) population in the western Mediterranean. *Fis. Bull.*, **92**: 599-607.

VACCHI M., ROMANELLI M., TUNESI L. (1995) - Survey on the red shrimp *Aristeus antennatus* (Risso) fishery in the Calabrian sector of the Ionian Sea (Central Mediterranean). *Oebalia*, **20**: 61-69.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 254-261

M. Mura, F. Orrù, A. Cau

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia
Università di Cagliari, V.le. Poetto, 1 - 09100 Cagliari, Italia.

OSSERVAZIONI SULL'ACCRESCIMENTO DI INDIVIDUI IN FASE PRE-RIPRODUTTIVA DI *ARISTEUS ANTENNATUS* E *ARISTEOMORPHA FOLIACEA*

OBSERVATIONS ON THE GROWTH OF SPECIMENS OF *ARISTEUS ANTENNATUS* AND *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* IN THE PRE-REPRODUCTIVE PHASE

Abstract:

Carapace length frequency distribution in immature specimens of Aristeus antennatus *and* Aristeomorpha foliacea *has been analysed. The Bhattacharya's method was used to estimate the mean size of each normally distributed group of sizes. The von Bertalanffy growth parameters have also been estimated.*

Key-words: *Aristeus antennatus*, *Aristeomorpha foliacea*, growth, Sardinian Channel.

Introduzione

Aristeus antennatus e *Aristeomorpha foliacea* costituiscono il principale obiettivo della pesca demersale nei fondi mesobatiali del Mediterraneo centro-occidentale. La notevole importanza economica ha determinato, negli ultimi anni, un crescente interesse per la biologia di popolazione di queste specie. Ciò nonostante il processo di reclutamento di giovani individui rimane uno degli aspetti meno conosciuti. In *A. antennatus* la scarsità di notizie è dovuta essenzialmente alla difficoltà di cattura dei giovani individui (Relini Orsi e Relini, 1979) o per le condizioni ambientali (Arrobas e Ribeiro-Cascalho, 1987) o per la loro distribuzione batimetrica (Sardà e Gordoa, 1986); le medesime considerazioni valgono almeno in parte anche per *A. foliacea*. Nel corso degli ultimi quindici anni, individui di piccola taglia di entrambe le specie, sono stati raccolti frequentemente durante campagne di pesca a strascico in fondi batiali del Canale di Sardegna (Cau *et al.*, 1984; Mura e Cau, 1989); in questo lavoro vengono riportati i risultati delle osservazioni sul rapporto sessi, sulla distribuzione delle taglie e sulla valutazione dei parametri di crescita di individui in periodo pre-riproduttivo, di *A. antennatus* e *A. foliacea*, pescati in un'area strascicabile di questi fondi. I risultati sono analizzati in funzione del ciclo riproduttivo delle due specie.

Materiali e metodi

Il materiale è stato raccolto, con frequenza quindicinale e in ore diurne, a bordo di motopescherecci impegnati in normali attività di pesca durante il 1995. I prelievi sono stati eseguiti in un'area compresa tra C. Spartivento e l'Isola dei Cavoli, da 450 a 650 m di profondità. Per ogni esemplare è stato determinato il sesso e rilevata la lunghezza del carapace (LC). Sono stati esaminati campioni costituiti da individui, di entrambi i sessi, di taglia inferiore a quella di prima maturità

sessuale: con LC minore di 24 mm per *A. antennatus* e di 34 mm per *A. foliacea* (Mura *et al.*, 1991). Un'ulteriore selezione delle taglie è stata fatta al fine di analizzare i risultati ottenuti anche in funzione della condizione di totale immaturità, considerando individui minori di 17 mm di LC per la prima specie e di 30 mm di LC per la seconda (Mura *et al.*, 1991). Nelle femmine, su esemplari freschi, è stata verificata la presenza di spermatofore nel telicum e annotato lo stadio di maturazione ovarica secondo Relini Orsi e Relini (1979) per *A. antennatus* e secondo Levi e Vacchi (1989) per *A. foliacea*. Nei maschi è stata rilevata la presenza di spermatofore nelle ampolle terminali dei gonodotti, considerando questo carattere come indice di maturità sessuale. Per ogni cala è stato registrato il numero totale degli individui, delle due specie, pescati. Le distribuzioni di frequenza delle LC (per classi di 1 mm) sono state calcolate mensilmente e distintamente per i due sessi. Il metodo di Bhattacharya è stato usato per discriminare le distribuzioni di frequenza in distribuzioni normali distinte. E' stata quindi assegnata un'età a ciascun picco delle curve in base al periodo di riproduzione relativamente breve che le popolazioni delle due specie presentano nell'area indagata (Mura *et al.*, 1991). La crescita è stata espressa secondo la funzione classica di von Bertalanffy e su tale modello è stata realizzata l'analisi delle progressioni modali con regressione non lineare (in Sparre *et al.*, 1992).

Risultati

I dati raccolti riguardano 5.548 individui di *A. antennatus* e 12.603 di *A. foliacea*. La LC minima è stata di 6,2 mm e di 6,7 mm rispettivamente per i maschi e le femmine della prima specie e di 7,6 mm e 7,3 mm per la seconda. La proporzione dei giovani individui considerati rispetto agli adulti è risultata variabile nelle diverse cale. Tuttavia è stato possibile riconoscere un andamento stagionale nelle percentuali delle medie mensili, con un massimo in agosto ed un minimo in ottobre-dicembre per *A. antennatus* e un massimo in marzo ed un minimo in ottobre per *A. foliacea*. Per quanto riguarda la distribuzione batimetrica degli individui in fase pre-riproduttiva, le due specie non hanno mostrato differenze rilevanti e la più alta concentrazione si è riscontrata tra 500 e 550 m. I valori mensili del rapporto sessi in *A. antennatus* sono stati sempre a favore dei maschi (maschi/femmine = 1,37; $p<0.01$) mentre per taglie minori di 17 mm di LC, il numero dei maschi è risultato quasi uguale a quello delle femmine (maschi/femmine = 1,02; $p<0,01$). Analogamente in *A. foliacea* i valori mensili della sex-ratio sono risultati prossimi all'unità, anche per taglie minori di 30 mm di LC (maschi/femmine = 1,08; $p<0,01$; per LC<34 mm e maschi/femmine = 0,99; $p<0,01$; per LC<30 mm). Femmine con spermatofore sono state ritrovate da giugno a settembre (LC minima di 20,4 mm) in *A. antennatus* e da giugno a luglio (LC minima di 22,8 mm) in *A. foliacea*. Femmine mature (stadi 3 e 4) della prima specie sono state rinvenute in luglio e agosto (LC minima di 20,9 mm) e della seconda in giugno e luglio (LC minima di 33,8 mm). Maschi maturi di entrambe le specie sono stati osservati durante tutto l'anno con taglie minime nei mesi estivi (17,7 mm in *A. antennatus* e 30,1 mm in *A. foliacea*).

La scomposizione delle distribuzioni di frequenza delle LC ha evidenziato due componenti distinte per *A. antennatus* e tre per *A. foliacea*; le componenti discriminate sono state assunte come coorti di gamberi nati nell'arco di 2-3 mesi (Mura *et al.*, 1991). Le taglie medie di ciascuna distribuzione normale identificata

Tab. 1 - Metodo di Bhattacharya su *Aristeus antennatus*.

Bhattacharya's method on *Aristeus antennatus*.

	MASCHI					FEMMINE			
	età (mesi)	LC (mm)	d.s.	N	i.s.	LC (mm)	d.s.	N	i.s.
Gennaio	5	8,3	1,01	9		8,5	0,67	10	
	6	11,3	0,79	12	3,35	11,5	0,57	13	4,82
	17	18,8	0,77	48	9,67	18,5	1,02	45	8,73
	18	23,2	0,73	104	5,76				
Febbraio	6	9,5	1,50	16		9,5	0,85	13	
	7	12,8	0,86	14	2,82	12,3	0,72	13	3,62
	18	18,9	1,53	87	5,10	19,2	1,38	66	6,48
	19	23,6	1,85	142	2,75				
Marzo	7					10,6	0,95	15	
	8	13,5	0,75	28		13,4	0,86	19	3,07
	19	19,2	1,84	192	4,44	19,2	1,57	117	4,75
Aprile	8	12,0	1,10	19					
	9	14,6	0,99	17	2,79	14,6	0,69	16	
	20	19,6	1,21	17	4,52	19,4	1,01	39	5,60
Maggio	9	12,9	1,12	28		12,7	0,74	13	
	10	16,1	1,77	34	2,25	15,5	1,33	43	2,66
	21	20,8	1,42	155	2,91	21,1	0,85	117	5,21
Giugno	10					13,8	1,01	30	
	11	16,7	0,68	38		16,8	0,84	38	3,27
	22	21,5	1,17	189	5,18	22,5	1,00	144	6,14
Luglio	11	14,6	1,35	47		14,7	1,29	70	
	12	18,4	0,90	69	3,44	18,5	1,17	64	3,08
	23	22,7	0,83	168	4,91	23,3	1,47	71	3,64
Agosto	12					15,1	1,14	50	
	13	19,5	0,92	82		20,7	1,16	122	4,86
	24	23,1	1,06	98	3,61				
Settembre	13	16,5	1,41	51		16,1	1,79	88	
	14	20,6	1,23	104	3,11	22,5	1,81	152	3,60
	25	23,8	0,48	41	3,73				
Ottobre	3	8,3	0,82	12		8,5	1,32	11	
	14	17,8	1,21	103	9,40	17,6	1,60	171	6,21
	15	21,9	1,58	255	2,91	23,5	1,90	168	3,38
Novembre	4	9,5	0,67	5		9,5	0,67	5	
	15	18,4	0,71	38	12,83	18,1	0,73	42	12,24
	16	22,4	0,62	40	6,10				
Dicembre	4	7,8	0,63	12		7,6	0,65	13	
	5	10,6	0,91	18	3,68	10,9	1,08	17	3,78
	16	18,6	1,99	61	5,51	18,4	1,04	54	7,10
	17	22,5	1,48	61	2,25				

Tab. 2 - Metodo di Bhattacharya su *Aristeomorpha foliacea*.
Bhattacharya's method on *Aristeomorpha foliacea*.

		MASCHI				FEMMINE			
	età (mesi)	LC (mm)	d.s.	N	i.s.	LC (mm)	d.s.	N	i.s.
Gennaio	6	13,5	2,40	25					
	7	17,2	1,04	8	2,18	17,8	1,46	16	
	16	26,6	2,31	85	5,63	24,6	1,97	31	3,97
	18	30,7	0,95	52	2,49	30,4	1,51	83	3,34
	19	34,4	0,88	102	4,10	34,6	1,18	82	3,10
Febbraio	5	10,5	1,11	13		10,2	1,20	17	
	7	14,2	0,87	46	3,77	14,4	1,15	109	3,55
	8	18,7	0,94	22	4,95	19,0	1,30	21	3,79
	17	28,5	1,20	15	9,18	28,0	1,42	35	6,59
	19	32,5	1,22	55	3,31	32,7	0,81	20	4,20
Marzo	6					12,2	1,48	39	
	8	15,4	1,01	190		15,5	1,28	189	2,44
	9	19,3	1,57	112	3,01	19,7	1,13	76	3,46
	18	28,9	1,39	39	6,47	29,5	1,65	67	7,04
	20	33,7	1,08	163	3,86	33,5	0,79	31	3,21
Aprile	7	12,4	1,60	21		13,2	2,38	34	
	9	17,0	1,10	60	3,42	17,4	1,35	95	2,21
	10	21,4	0,76	153	4,69	22,2	0,96	160	4,16
	19	30,7	0,98	42	10,67	30,5	2,22	27	5,24
	21	34,3	1,11	42	3,40	34,9	0,59	28	3,12
Maggio	8	14,5	1,20	67					
	10	19,1	1,11	259	4,03	18,8	1,21	271	
	11	22,5	1,45	184	2,61	23,2	1,19	337	3,74
	20	31,9	2,32	215	5,01	32,4	1,05	56	8,14
Giugno	9	16,1	1,82	126					
	11	20,5	1,54	287	2,60	20,6	1,32	305	
	12	25,1	1,38	291	3,18	25,4	1,63	396	3,28
	21	33,4	1,21	212	6,40	33,9	1,63	80	5,22
Luglio	10	17,5	1,14	197		17,6	0,97	176	
	12	21,9	2,12	198	2,69	22,5	1,45	252	4,06
	13	27,0	1,19	205	3,07	26,6	1,15	259	3,10
	22	34,0	1,14	365	6,01				
Agosto	11	18,0	1,50	121		18,5	1,33	172	
	13	23,6	1,38	94	3,84	23,6	0,83	78	4,71
	14	28,2	1,50	249	3,24	27,8	2,12	233	2,87
Settembre	12	19,8	1,73	144		20,1	1,59	199	
	14	25,5	1,50	288	3,53	25,2	1,05	202	3,94
	15	29,6	1,68	394	2,59	29,6	1,65	277	3,21
Ottobre	4	11,5	1,68	23		11,5	1,10	29	
	13	21,3	1,00	57	7,35	21,6	1,09	78	9,27
	15	26,4	1,78	106	3,63	26,1	1,92	87	2,94
	16	30,3	1,29	57	2,57	31,0	1,37	58	3,01
Novembre	5	14,1	1,25	26		13,6	1,15	43	
	14	22,4	1,50	62	6,00	22,5	1,18	76	7,69
	16	27,5	1,73	124	3,21	27,1	1,39	116	3,55
	17	32,4	1,58	202	2,93	32,2	1,40	141	3,69
Dicembre	5	12,5	0,99	14		12,5	0,74	9	
	6	15,9	1,16	14	3,19	15,8	1,46	18	2,75
	15	24,8	1,86	113	5,89	24,6	2,15	71	5,06
	17	29,8	1,75	140	2,77	29,3	1,43	78	2,82
	18	34,3	1,30	127	2,93	33,7	1,66	114	2,65

sono riportate in Tab. 1 e Tab. 2. In ottobre sono stati ritrovati individui di *A. antennatus* con valori modali di 8,2 mm di LC per i maschi e 8,5 mm di LC per le femmine. Individui con taglie uguali o inferiori sono stati osservati fino a dicembre (valori modali di 7,7-7,5 mm di LC in maschi e femmine rispettivamente), quando sono stati raccolti gli esemplari più piccoli in assoluto. Ad ottobre sono stati rinvenuti anche giovani individui di *A. foliacea* di entrambi i sessi con valori modali di 11,5 mm di LC. Taglie uguali o minori sono state riscontrate in seguito fino a febbraio (valori modali di 10,4 mm di LC nei maschi e 10,2 mm di LC nelle femmine).

Individui immaturi di entrambe le specie sono stati sempre presenti nei campioni durante l'intero periodo d'indagine. Alle componenti modali delle due specie sono state attribuite delle classi d'età assumendo come epoca della nascita della prima coorte di *A. antennatus* il 30 luglio, della seconda coorte il 30 agosto e per *A. foliacea*, il 1 luglio, il 21 luglio e il 15 agosto rispettivamente della prima, della seconda e della terza coorte. Dall'analisi della progressione modale si rileva che nella prima coorte di *A. antennatus* sono presenti valori simili nei due sessi fino a luglio (età stimata 12 mesi).

Ad agosto per la prima volta si riscontrano nelle femmine valori modali nettamente superiori. Nella seconda coorte, valori modali simili nei due sessi, si ritrovano fino al mese di aprile (età stimata 20 mesi), a partire dal quale si rilevano femmine con valori modali maggiori. Un rallentamento della crescita da novembre a marzo è stato osservato nei maschi della prima coorte e in entrambi i sessi della seconda coorte.

In *A. foliacea* si rilevano sempre valori modali simili per entrambi i sessi nelle tre componenti discriminate. In questa specie sono stati individuati in marzo-aprile e ottobre-novembre, due periodi in cui la crescita rallenta in tutte le coorti. La regressione non lineare ha condotto a una stima dei parametri di crescita riportati in Tab. 3. Per le femmine di *A. antennatus* i parametri sono stati calcolati, nelle due coorti, prima e dopo la differenziazione dell'accrescimento dai maschi.

Tab. 3 - Parametri di crescita.

Growth parameters.

	Aristeus antennatus				*Aristeomorpha foliacea*			
	coorte	**L oo**	**K**	**t0**	**coorte**	**L oo**	**K**	**t0**
maschi	I	37,6	0,42	-0,28	I	53,5	0,62	0,001
	II	42,9	0,44	-0,27	II	52,3	0,60	0,10
					III	49,3	0,67	0,30
femmine	I	34,7	0,45	-0,28	I	52,3	0,64	-0,02
	I	54,4	0,47	0,67	II	52,0	0,60	0,10
					III	50,0	0,63	0,20
	II	38,8	0,44	-0,34				
	II	58,7	0,45	0,10				

Conclusioni

Nel canale di Sardegna giovani individui di *A. antennatus* e *A. foliacea* sono stati pescati con maggior frequenza tra 500 e 550 m durante l'intero periodo d'indagine. In Portogallo (a sud-ovest di C. Sao Vicente) è stata ritrovata un'alta percentuale di piccoli individui di *A. antennatus* tra 530 e 580 m di profondità (Arrobas e Ribeiro-Cascalho, 1987), mentre per le coste catalane è stato osservato, sempre per la stessa specie, che la percentuale di giovani aumenta con la profondità ed è più alta tra settembre e gennaio (Sardà e Gordoa, 1986). Il rapporto giovani-adulti, nelle due specie, è risultato variabile, pur con un chiaro andamento stagionale dovuto principalmente alla crescita degli individui e conseguente diminuzione progressiva del loro numero nelle taglie considerate. Nella fase pre-riproduttiva di *A. antennatus* il rapporto sessi non sembra essere, come osservato da molti Autori per gli adulti, completamente a favore delle femmine. I dati raccolti nel presente lavoro sono in accordo con quanto rilevato da Sardà e Demestre (1987) che hanno riscontrato per gli individui immaturi di questa specie, una percentuale di maschi superiore al 50%. Mura e Cau (1989) hanno ritrovato, per taglie di LC minori di 17 mm, una costante predominanza di femmine e per taglie comprese tra 17 e 24 mm di LC, una percentuale di maschi superiori al 50% in marzo-agosto.

La predominanza dei giovani maschi di *A. antennatus* sembra essere imputabile alla crescita più rapida delle femmine che concentra i maschi ad una taglia minore (Sardà e Demestre, 1987). Per *A. foliacea* i risultati ritrovati nei giovani individui sono in accordo con quanto osservato, in diverse zone del Mediterraneo, per gli adulti, con rapporto sessi in favore delle femmine variabile da 3:1 a 1:1 (in Bianchini e Ragonese, 1994). I dati sulla presenza di femmine con spermatofore, con ovari maturi (terzo e quarto stadio) e di maschi maturi nei campioni esaminati, confermano le osservazioni sulla biologia riproduttiva delle due specie di Aristeidi demersali fatte nella stessa area (Mura *et al.*, 1991). Al termine del primo anno femmine e maschi della prima coorte (0+) di *A. antennatus* raggiungono un valore modale di 18 mm di LC. A questa taglia nei mesi estivi i maschi conseguono la maturità sessuale (Mura e Cau, 1989) rallentando la crescita e differenziandosi, nella taglia, dalle femmine.

Femmine in avanzato stadio di maturità (quarto stadio) sono state ritrovate ad agosto a partire da 20 mm di LC (Mura *et al.*, 1991) mentre la taglia di prima maturità sessuale è stata riscontrata a 24 mm di LC in luglio e agosto. Anche se le femmine di questa coorte non raggiungono quindi la taglia di prima maturità sessuale, alcune possono però riprodursi già nel primo anno. Il destino della seconda coorte è diverso: al termine del primo anno (fine agosto) entrambi i sessi sono ad di sotto dei 18 mm di LC e da novembre a marzo rallentano la crescita. Successivamente i maschi raggiungono la taglia di prima maturità sessuale verso aprile (19 mesi), mentre le femmine hanno la possibilità di riprodursi, in luglio-agosto, a circa 23 mesi. In *A. foliacea* il raggiungimento della taglia di prima maturità sessuale nei maschi si ha dal 18° mese (gennaio), a 34 mm di LC per la prima coorte, al 20° mese (aprile) a 31 mm di LC per quelli della terza coorte. Le femmine raggiungono la taglia di prima maturità a 36 mm di LC, tra giugno e luglio (Mura *et al.*, 1991), mentre quelle mature più piccole sono state ritrovate negli stessi mesi a partire da 33,8 mm di LC; pertanto le femmine si riproducono nel secondo anno di vita. Le relazioni taglia-età riportate, sono compatibili con le LC e le relative età delle post-larve di *Penaeus keraturus* e *Parapenaeus longirostris*

allevate in laboratorio e rilevate da Heldt (1938). Le funzioni di von Bertalanffy stimate permettono di confermare che anche nella fase pre-riproduttiva, la crescita in *A. foliacea* è più veloce che in *A. antennatus*: i giovani individui della prima specie hanno al termine del primo anno di vita una LC maggiore rispetto a quelli della seconda, di pari età, di 4-8 mm. La spiegazione della diversa crescita può ricercarsi nella maggior grandezza delle uova (Orsi Relini e Semeria, 1983) e delle larve (Heldt, 1954) di *A. foliacea* e potrebbe essere influenzata inoltre dalle diverse condizioni ambientali a cui sono esposte le larve durante la loro vita pelagica, come osservato da Sardà e Demestre (1987), relativamente al periodo di reclutamento continuo ritrovato in *A. antennatus*. L'effetto di una permanenza nel plancton delle larve, di entrambe le specie, in condizioni ambientali differenti verrebbe enfatizzato nel tempo attraverso classi di taglia diverse e senza soluzione di continuità, permettendo di ritrovare nei fondi di pesca giovani individui tutto l'anno.

Summary

The red shrimps *Aristeus antennatus* and *Aristeomorpha foliacea* are an important fishing resource in the central Mediterranean. In this study a time series of carapace length-frequency distributions has been analysed using Bhattacharya's method to estimate the growth parameters of juvenile specimens. The red shrimps were collected in the Sardinian Channel between depths of 450 and 650 m with a commercial trawler. *A. antennatus* specimens with CL less than 24 mm and *A. foliacea* specimens with CL less than 34 mm were considered juveniles. The sex ratio was in favour of the males in *A. antennatus*, while in *A. foliacea* the distribution between the sexes was substantially equal. Two modal groups were discriminated in *A. antennatus* and three in *A. foliacea*. The discriminated components were assumed as cohorts of shrimps born within a period of two months, to which age classes were then attributed.

The first *A. antennatus* juveniles belonging to the modal groups with CL values of 8.5 mm or less were collected from October to December, while specimens of *A. foliacea* with modal values of 11.5 mm or less were collected from October to February. In both species specimens from the different cohorts reach the first size at maturity at different ages and sizes. In *A. antennatus* the males and some females belonging to the first cohort reach first size at maturity as early as the end of the first year of age. Both females and males of the second cohort however only reach first size at maturity in the second year. The specimens of all cohorts of *A. foliacea* reach sexual maturity after the first year of age.

Bibliografia

ARROBAS I., RIBEIRO-CASCALHO A. (1987) - On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the south Portuguese coast. *Inv. Pesq.*, **51** (1): 233-243.

BIANCHINI M.L., RAGONESE S. (1994) - Life cycles and fisheries of the deep-water red shrimps *Aristeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*. Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR), Mazara del Vallo, Italy, 28-30 April 94. *N.T.R.-I.T.P.P. Special Publications,* **3**: 88 pp.

CAU A., DEIANA A.M., MURA M. (1984) - Aspetti bio-ecologici in *Aristeomorpha foliacea* (Crustacea Decapoda). *Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, **54** suppl.: 267-274.

HELDT J. H. (1938) - La reproduction chez les Crustacés Decapodes de la famille des Péneides. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris*, **18**: 31-206.

HELDT J. H. (1954) - Contribution à l'étude de la biologie des crevettes pénéides *Aristeomorpha foliacea* (Risso) et *Aristeus antennatus* (Risso) (forme larvaires). *Bull. Soc. Sciences Nat. Tunisie*, **8** (1,2): 9-33.

LEVI D., VACCHI M. (1988) - Macroscopic scale for simple and rapid determination of sexual maturity in *Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1826) (Decapoda: Penaeidae). *J. Crust. Biol.*, **8** (4): 532-538.

MURA M., CAU A. (1989) - Sul dimorfismo sessuale e sex-ratio in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Oebalia,* **15** (2): 811-814.

MURA M., CAMPISI S., CAU A. (1991) - Osservazioni sulla biologia riproduttiva negli Aristeidi demersali del Mediterraneo centro-occidentale. *Oebalia,* **17**: 75-80.

ORSI RELINI L., SEMERIA M. (1983) - Oogenesis and fecundity in bathyal penaeid prawns *Aristeus antennatus* and *Aristeomorpha foliacea. Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **28** (3): 281-284.

RELINI ORSI L., RELINI G. (1979) - Pesca e riproduzione del gambero rosso *Aristeus antennatus* (Decapoda Penaeidae) nel Mar Ligure. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano.* **7**: 39-62.

SARDA F., DEMESTRE M. (1987) - Estudio biologico de la gamba A*risteus antennatus* (Risso, 1816) en el mar catalan (NE de España). *Inv. pesq.*, **51** (1): 213-232.

SARDA F., GORDOA A. (1986) - Different aspects about capture and sampling of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Decapoda Penaeidae). *ICES CM*, **40/K**: 11 pp.

SPARRE P., VENEMA S.C. (1992) - Introduction to tropical fish stock assessment. Part.1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper,* **306.1.**, FAO, Rome: 337 pp.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 262-268

L. Orsi Relini, A. Zamboni, F. Fiorentino, G. Relini

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Zoologia, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

VULNERABILITÀ LUCE-DIPENDENTE DEL NASELLO (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*) GIOVANILE

LIGHT DEPENDENT VULNERABILITY OF YOUNG MEDITERRANEAN HAKE (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*)

Abstract

Diel vulnerability of young Merluccius merluccius *was assessed by means of experimental trawling effected in a nursery of the Ligurian Sea. Two series of midnight, sunrise, midday and sunset hauls were addressed to spring and autumn recruits. For both cohorts maximum average catch was obtained at noon and minimum at midnight. Young fish are more influenced than older ones by the light. In order to minimize the variability of catches a working schedule is proposed for trawling in the nurseries.*

Key-words: *Merluccius merluccius*, diel vulnerability, juveniles, bottom trawling, Mediterranean.

Introduzione

I pesci gadiformi presentano ritmi circadiani di attività che li rendono diversamente disponibili alla cattura. Studi specifici sono stati condotti su *Gadus morhua, Melanogrammus aeglefinus, Trisopterus esmarki* e *Merluccius bilinearis* (Beamish, 1966; Bailey, 1975; Perry e Neilson, 1988). Tale comportamento è dovuto al fatto che nelle ore notturne i pesci si alzano nella colonna d'acqua a caccia di prede pelagiche (Blaxter, 1970; Bowman e Bowman, 1980). Sotto questo profilo *M. merluccius* del Mediterraneo, ha attirato finora l'attenzione di pochi autori (Froglia e Gramitto, 1985; Orsi Relini *et al.*, 1989); d'altra parte non tenere conto del fattore luce potrebbe portare a valutazioni errate della densità ed introdurre errori nelle stime di mortalità. Il problema è di particolare rilievo per le reclute di nasello, di cui sono state avviate procedure di mappatura (Corsi e Ardizzone, 1997; Lembo *et al.*, in stampa).

Dato che il nasello presenta due reclutamenti all'anno (Orsi Relini *et al.*, 1986), per verificare la vulnerabilità di questi giovani pesci in differenti condizioni di luce sono stati condotti due cicli di pescate sperimentali, indirizzate rispettivamente alle reclute della primavera-estate e dell'autunno.

Materiali e metodi

La scelta di una nursery del Mar Ligure è stata orientata sia dall'esperienza dei pescatori sia da precedenti trawl surveys condotti su un'ampia estensione di fondi strascicabili (Relini, 1985; Orsi Relini *et al.*, 1990). Si tratta di fondi circalitorali situati in prossimità del promontorio di Portofino, tra Nervi e Riva Trigoso. In tale nursery sono state scelte due stazioni, poste sull'isobata 100 m al traverso di Camogli e Chiavari, indicate con i medesimi toponimi.

I campionamenti sono stati eseguiti con l'impiego di un peschereccio della

flottiglia di Santa Margherita che presenta le seguenti caratteristiche: 29 t di stazza lorda, motore di 220 HP; ecoscandaglio; radar, loran C; stiva frigorifera; equipaggio di 3 unità. Caratteristiche della rete: ali 12 m da 80 mm; bocca di 570 maglie; cielo 500 maglie da 48-40-32 mm; sacco 400 maglie da 20 mm; calamenti 249 m; divergenti 156x92 cm e 120 kg ciascuno; cavi filati a 100 m pari a 450 m.

Sono state eseguite pescate di due ore di strascico effettivo a cicli nictemerali, ripetendo lo stesso tratto di strascico 4 volte nelle 24 ore, rispettivamente all'alba, a mezzodì, al tramonto ed a mezzanotte. I tempi dell'alba e del tramonto sono stati ricavati da dati forniti dall'Osservatorio Geofisico dell'Università di Genova. I cicli di pescate sono stati effettuati nelle due stazioni di Chiavari e Camogli una volta al mese per tre mesi in inverno e una volta al mese per tre mesi in primavera/estate. Le pescate di gennaio - marzo erano indirizzate alle reclute autunnali e quelle di maggio - luglio a quelle della primavera/estate, per verificare se il comportamento dei due gruppi di giovani pesci fosse omogeneo.

Risultati e discussione

In Fig. 1 sono illustrate le catture in diverse condizioni di luce: si osserva che le cale di mezzanotte hanno fornito rendimenti scarsissimi in entrambi i cicli mentre le cale di mezzogiono hanno fornito i rendimenti più alti in 8 casi su 12. La cala dell'alba ha dato il numero più elevato in 3 casi e quella del tramonto in un solo caso.

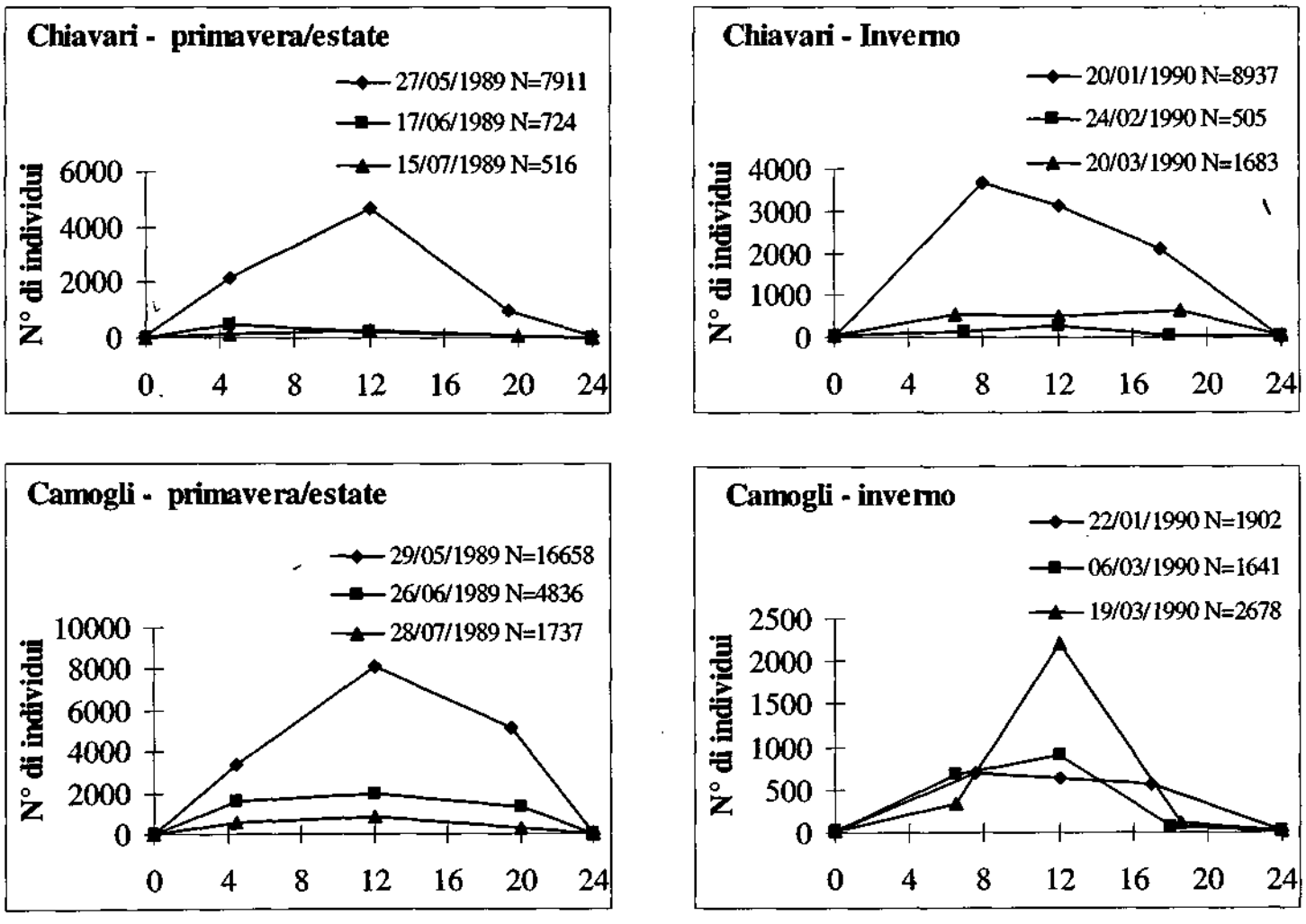


Fig. 1 - Consistenza delle catture in diverse condizioni di luce.

Numbers of *M. merluccius* obtained with different light conditions.

Complessivamente il risultato dei sei cicli primaverili/estivi è più regolare, anche in relazione alle migliori condizioni meteomarine (con i minimi di cattura situati sempre a mezzanotte ed i massimi a mezzogiorno in 5 casi su 6).

I cicli nittemerali invernali hanno dato risultati sostanzialmente simili, con qualche maggiore irregolarità (le giornate di tempo perturbato sono state 5 su 6). Il minimo delle catture è stato osservato sempre a mezzanotte; il massimo 3 volte a mezzodì, 2 volte all'alba e 1 volta al tramonto.

Si constata quindi che le reclute del nasello, pervenute nelle loro nurseries circalitorali in primavera o in autunno, presentano lo stesso comportamento circadiano, che include un periodo di allontanamento dal fondo nelle ore di buio.

In valori assoluti le catture del periodo invernale sono circa la metà di quelle della primavera/estate. Ciò può essere ricondotto al fatto che le reclute autunnali erano un po' più grandi di quelle primaverili (rispettivamente con 8 e 7 cm di lunghezza modale) e quindi la mortalità, che in questa fase della vita dei pesci è molto elevata, ne aveva ridotto il numero più sensibilmente.

La composizione in taglie delle catture (Fig. 2) mostra che l'allontanamento dal fondo riguarda soprattutto i pesci più giovani, sicchè negli istogrammi lunghezza/frequenza delle pescate notturne acquista evidenza la frazione degli individui più grandi, altrimenti nascosta da quelli più piccoli.

Per schematizzare l'andamento della vulnerabilità del nasello durante il giorno si è considerato il rapporto tra il numero di individui catturati in ogni cala $_n$ del giorno $_i$ ($C_{n,i}$) ed il valore massimo di individui catturati nello stesso giorno (H_i). Tali rapporti sono serviti per ricavare un' espressione complessiva della vulnerabilità, in cui il dato di riferimento per le diverse condizioni di luce è calcolato come mediana dei valori ottenuti nell'intera esperienza.

L'andamento generale della vulnerabilità in funzione dell'orario è riportato in Fig. 3.

Tale andamento risulta asimmetrico per motivi geografici e per motivi legati al comportamento dei pesci. E' ben noto che la durata del dì dipende dalla latitudine e dalla stagione (cfr. Blaxter 1970 per uno schema generalizzato applicato all'ambiente marino). Per la latitudine dell'area di studio la durata del dì è illustrata in fig. 4. Si può notare che il periodo di luce tra l'alba ed il mezzodì è inferiore a quello tra mezzodì ed il tramonto.

La pesca sperimentale ha permesso di rilevare che il comportamento dei naselli nei due periodi crepuscolari è differente rispetto ad un ipotetico tracciato lineare congiungente il massimo ed il minimo; all'alba infatti i pesci catturati sono circa il 20% in più ed al tramonto il 15% in meno. Si può pertanto ipotizzare che fattori biotici, per esempio condizioni fisiologiche di fame o sazietà, agiscano sinergicamente col fattore luce.

Tuttavia è anche possibile che misure di luce in situ rivelino che a 100 m di profondità il buio precede di un'ora il tramonto osservato in superficie e che un pesce risalito verso la superficie durante la notte colga l'effetto deterrente della luce (i naselli sfuggono la luce - cfr. Pascoe, 1990) prima dell'effettivo sorgere del sole.

Nel prosieguo della ricerca sono previste misure di luce alla profondità di lavoro della rete ed un più fitto schema di campionamento durante il dì.

Per quanto provvisorio, il tracciato della vulnerabilità indicato dalla presente serie sperimentale risulta sufficiente ad indicare che qualunque campionamento di giovani naselli, teso a misure affidabili di densità, deve essere collocato entro un

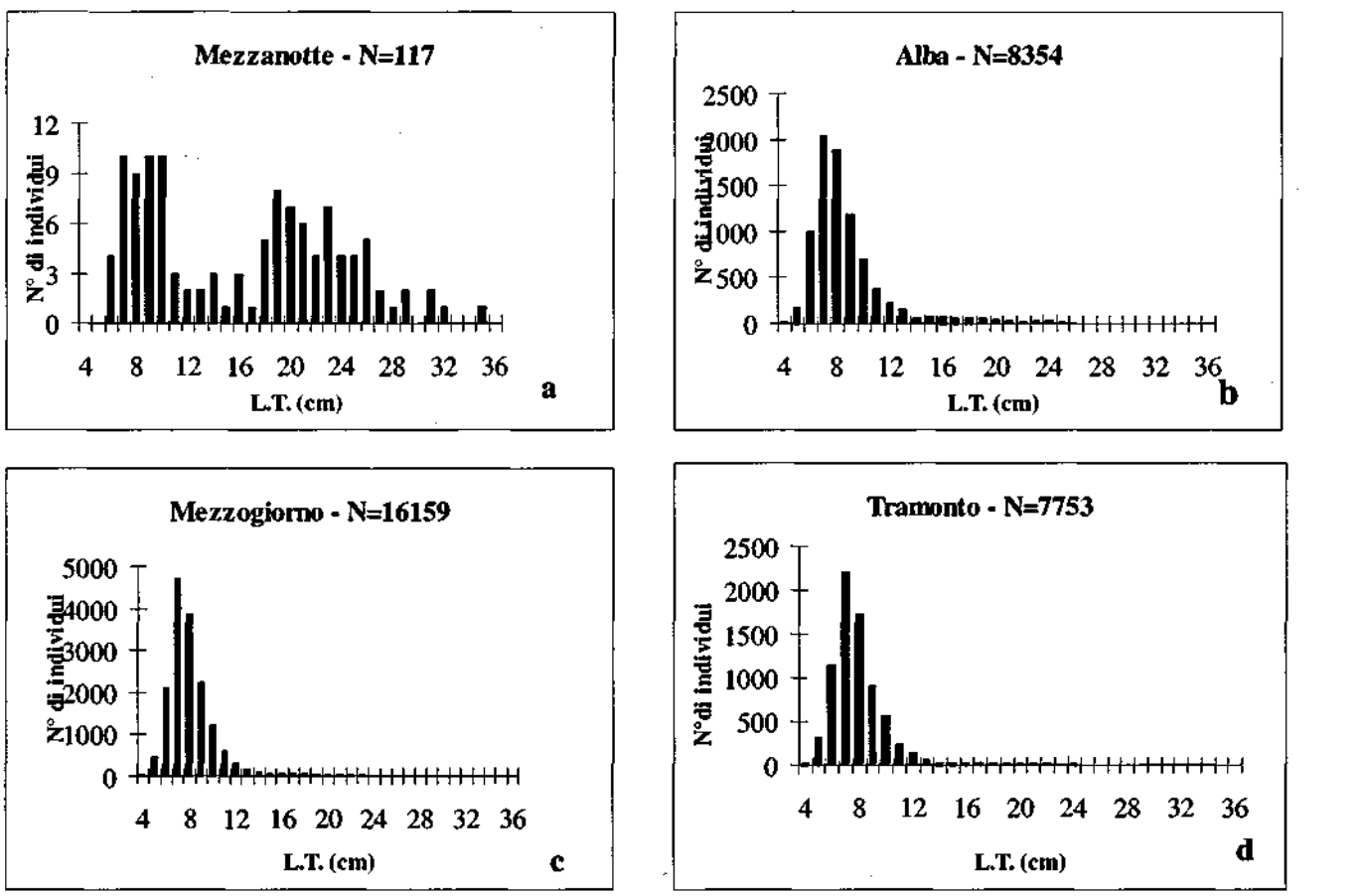


Fig. 2 - *M. merluccius*. Composizione in taglia delle catture ottenute in sei cicli di pescate effettuate con diverse condizioni di luce. a-d) periodo maggio-luglio; e-h) periodo gennaio-marzo.

Length frequency distributions of hakes fished during the six diel samplings in different light conditions. a-d) May to July; e-h) January to March.

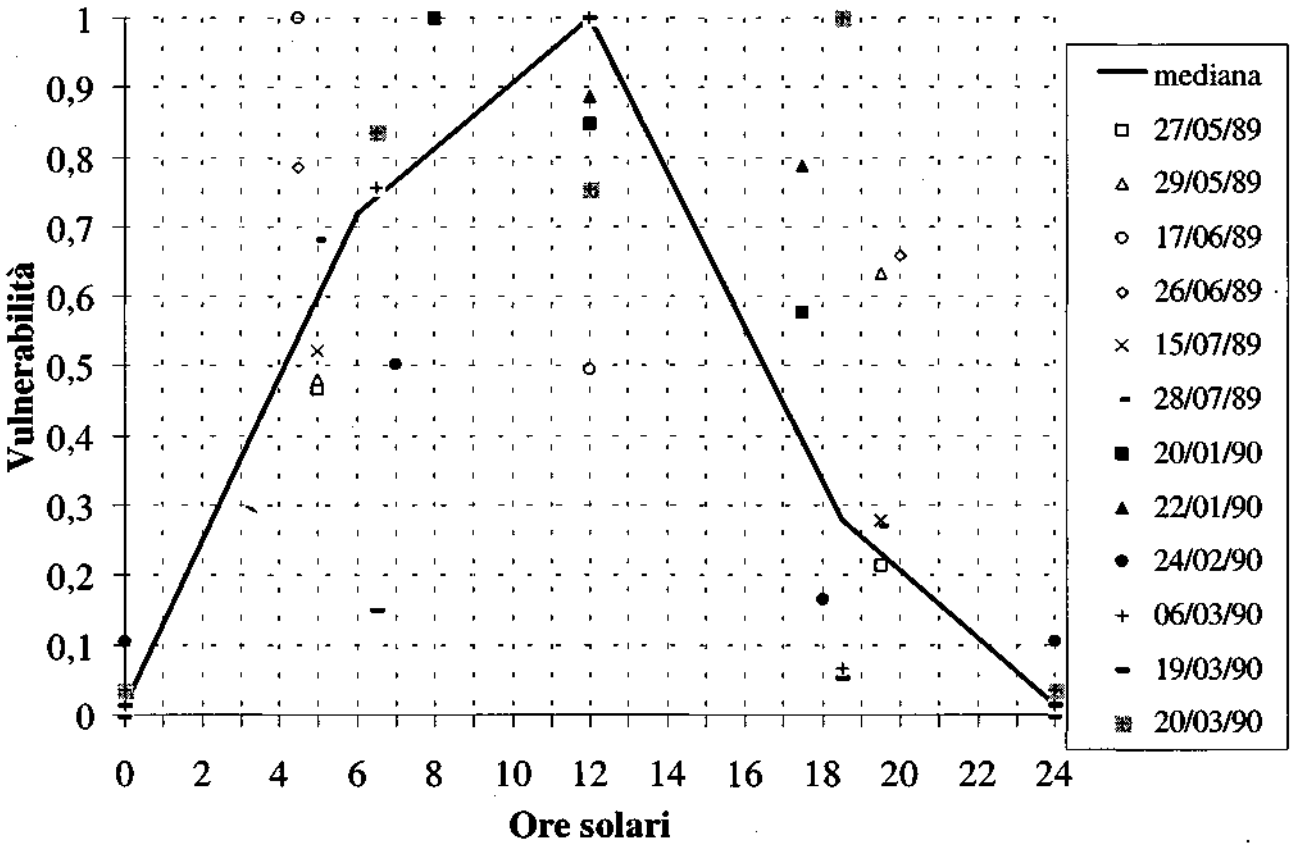


Fig. 3 - Vulnerabilità del nasello giovanile alle diverse ore del giorno espressa come frazione della cattura massima giornaliera. Sono riportati i singoli valori ottenuti nel corso dell'esperienza ed il tracciato medio.

Diel vulnerability of young hakes in terms of percentage of each daily maximum figure. The average trend is given.

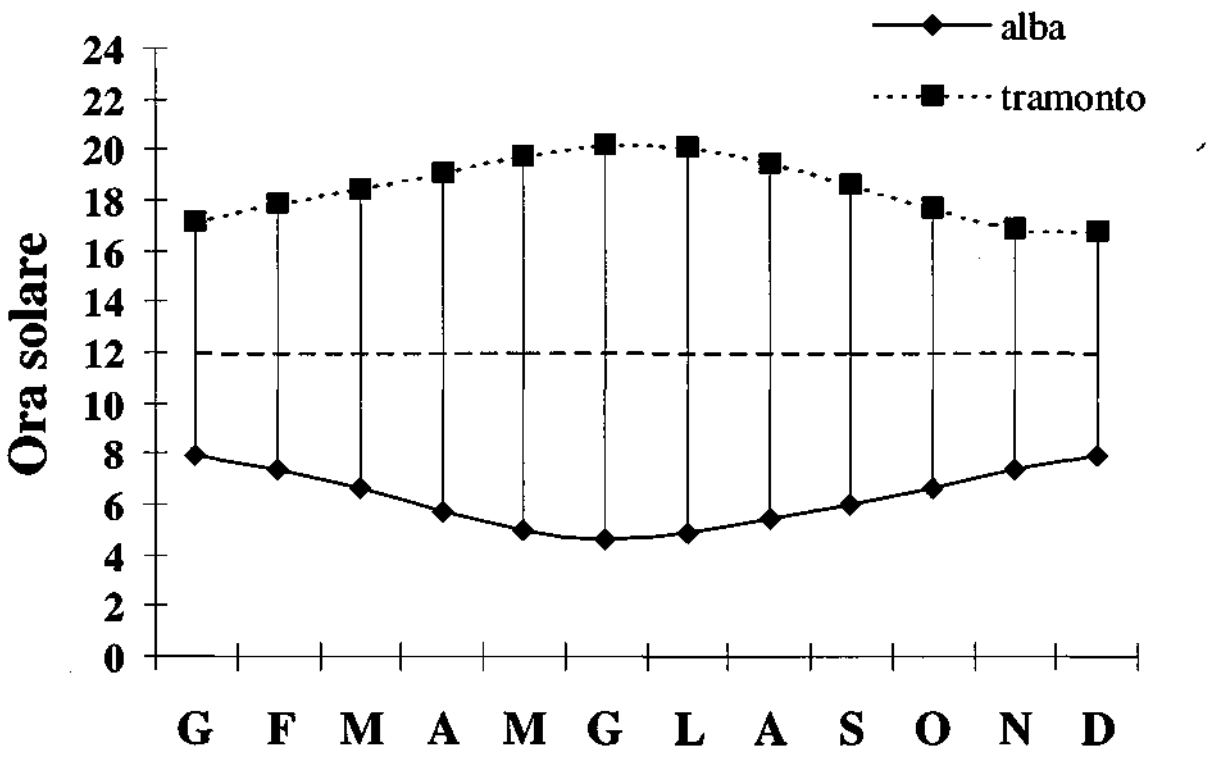


Fig. 4 - Durata del dì nell'area di studio.

Daylight periods during the year in the study area.

intervallo ristretto di ore diurne. Per avere catture superiori al 90% del massimo il campionamento dovrebbe essere condotto tra le 10 e le 13 (ora solare); se ci si accontenta dell'80% l'intervallo di pesca può essere esteso dalle 8 alle 14.

Conclusioni

I risultati fin qui esposti mostrano chiaramente che il nasello del Mediterraneo ha un comportamento luce-dipendente del tutto simile a quello dei Gadiformi più studiati sotto questo profilo (Beamish, 1966; Bailey, 1975; Perry e Neilson, 1988; Koeller *et al.*, 1986). Tale comportamento risulta più evidente nei giovani che costituiscono la quasi totalità delle catture diurne se lo strascico è effettuato in ambienti circalitorali. Di conseguenza esistono dei limiti di orario da prendere in considerazione ogni volta che si pianificano operazioni di strascico indirizzate a questa specie. Il rispetto di questi limiti fornisce un contributo apprezzabile alla riduzione della variabilità nella resa della pesca e di ciò occorre tener conto nelle stime dei tassi di mortalità e nella valutazione delle densità nelle "nurseries".

Summary

The problem of assessment of young hakes densities by trawl surveys is critical in every quantitative study of recruitment (mapping of nurseries, mortality rates, etc.). The diel vulnerability of *Merluccius merluccius* recruits was studied in a nursery of the Ligurian Sea, represented by circalittoral muddy bottoms, situated around 100 m level, along the Eastern Ligurian Riviera, in proximity of the Portofino Promontory. As two main recruitments occur in the area, one in late spring-early summer and another in late autumn-early winter, two series of experimental hauls, effected at "midnight, sunrise, midday and sunset", were addressed respectively to spring and autumn recruits. In both cases very young fish (0 group) resulted more influenced by the light conditions than the older ones. The minimum cathes was obtained at midnight and the maximum average catch at midday. From a total of twelve diel series an average trend was derived for the study area: to obtain the maximum catch, or the 90% of it, the sampling must be effected between 10 a.m. and 1 p.m.

Bibliografia

BAILEY R. M. (1975) - Observations on diel behaviour patterns of North Sea gadoids in the pelagic phase. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **55**: 133 - 142.

BEAMISH F. W. H. (1966) - Vertical migration by demersal fish in the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **23**: 109 - 139.

BLAXTER J. H. S. (1970) - Ligth - fishes. In: Kinne O. (ed.), *Marine Ecology. Volume I. Environmetal factors. Part 1.* Wiley Interscience, Glasglow: 213 - 285.

BOWMAN R. E., BOWMAN E. W. (1980) - Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of the silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**: 1565 - 1572.

CORSI F., ARDIZZONE G.D. (1997) - Individuazione statistica di aree di concentrazione di stadi giovanili di specie ittiche. *Biol. Mar. Medit.*, **4** (1): 211-216.

FROGLIA C, GRAMITTO M.E. (1985) - Diurnal changes in fishery resources catchability by bottom trawl in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, **345**: 111 - 118.

KOELLER P. A., HURLEY P. C. F., PERLEY P., NEILSON J.D. (1986) - Juvenile fish surveys on the Scotian Shelf: implications for year-class size assessments. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **43**: 59 - 76.

LEMBO G., SPEDICATO M.T., SILECCHIA T., D'AGOSTINO V. (in stampa) - Distribution of nursery areas of *Merluccius merluccius* by geostatistical techniques. 2nd Meeting DYNPOP. 2-5 october 1996.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., CAPPANERA M. (1986) - The timing of recruitment of *Merluccius merluccius* in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **30** (2): 224.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1989) - Le nurseries del Nasello mediterraneo: dove, quando, perchè. *Nova Thalassia*, **10** (suppl.1): 407 - 416.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A., D. MASSI (1990)- Nurseries of *Merluccius merluccius* in the Ligurian Sea. Final Report. Directorate General XIV for Fisheries. Commission of European Communities: 40 pp.

PASCOE P.L. (1990) - Light and capture of marine animals. In: Herring P.J., Campbell A.K., Whitfield M., Maddock L. (eds.), *Light and Life in the Sea*, Cambridge University Press, Cambridge: 229 - 244.

PERRY R. I., NEILSON J. D. (1988) - Vertical distributions and trophic interactions of age-0 Atlantic cod and haddock in mixed and stratified waters of the George Bank. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **49**: 199 - 214.

RELINI G. (1985) - Programme of the Italian Ministry of the Merchant Marine of the demersal resources survey in the area 37/3. *FAO Fish. Rep.*, **336**: 119-123.

Ricerche svolte con contributo EC-DG XIV.

Biol. Mar. Medit. (1997), 3 (3): 269-276

G. RELINI, M. RELINI, G. TORCHIA

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Zoologia, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126 Genova, Italia.

RECLUTAMENTO DI SPECIE ITTICHE SU ALCUNE BARRIERE ARTIFICIALI DELLA LIGURIA

FISH RECRUITMENT ON ARTIFICIAL REEFS IN THE LIGURIAN SEA

Abstract

Recruitment of fishes in the artificial reefs of Loano (Western Liguria) and Lavagna (Eastern Liguria) is described. All together it has been censused young of the year of 18 species of fishes.

Key-words: Fishes, artificial reef, recruitment, Mediterranean.

Introduzione

Tra le finalità delle barriere artificiali particolarmente importante è la riduzione della mortalità giovanile. In Giappone l'utilizzazione di barriere artificiali per favorire il reclutamento di talune specie è in uso da tempo (Grove *et al.*, 1985). I fenomeni di reclutamento che si verificano sulle barriere vanno distinti da quelli di nuova colonizzazione (Bohnsack *et al.*, 1991): quest'ultima si verifica quando si ha l'arrivo di individui di specie non ancora presenti; il reclutamento viene inteso come rinnovamento della popolazione di specie già presenti dovuto all'arrivo dei giovani.

Metodi

Sono stati presi in esame i dati relativi a censimenti visuali condotti presso le barriere artificiali liguri di Lavagna (Ge) e di Loano (Sv), per la cui descrizione si rimanda a Relini G. *et al.*, 1995; Relini M. *et al.*, 1996.

La metodica utilizzata è una tecnica mista composta da punti fissi e percorsi, già ampiamente descritta in numerose pubblicazioni (Relini G. *et al.*, 1995). I pesci sono stati distinti in giovani, subadulti ed adulti in base alle dimensioni e alla taglia di riproduzione. La scelta di differenti classi dimensionali per ogni specie è basata su dati della letteratura. I pesci delle specie più longeve (sparidi, serranidi, labridi) sono stati considerati giovani nel primo anno di vita (0+). Tra il primo anno ed il raggiungimento della taglia riproduttiva il pesce è stato considerato subadulto. Oltre la misura della prima riproduzione il pesce è stato considerato adulto.

Sono stati considerati 1 sito a Lavagna e 4 a Loano.

Sito 1: Lavagna - 15 censimenti, circa 2 ogni stagione, dal novembre '93 al dicembre '95, su due piramidi in calcestruzzo, ciascuna composta da 5 blocchi di 2 m di lato, (80m^3 di barriera artificiale) poste a -17 m (Relini M. *et al.*, 1996).

Sito 2: Loano - 52 censimenti dal gennaio '90 al gennaio '94 condotti con cadenza almeno mensile su due piramidi in calcestruzzo (80 m^3) a -18 m (Relini G. *et al.*, 1995).

Sito 3: Loano - 22 censimenti, con cadenza mensile, dall'aprile '94 al gennaio '96 su una piramide (40 m^3), posta a - 18 m, e fornita di un FAD (una struttura flottante posta 4 m al di sopra della piramide), e su una di controllo priva di FAD, (Relini M. *et al.*, 1995).

Sito 4: Loano - 23 censimenti con cadenza mensile, dal gennaio '94 al gennaio '96, su 2 piramidi di 5 blocchi di 1 m di lato (10 m^3), poste a -10 m.

Sito 5: Loano - 16 censimenti con cadenza mensile, da agosto '94 a gennaio '96, su due mucchi di 50 blocchi, di 20x20x40 cm, disposti in ordine sparso su un fondale di 10 m.

Per una comparazione tra le diverse aree sono stati esaminati i più alti valori osservati di densità di giovani (tab 1). Per un confronto tra i diversi siti è stato utilizzato il test non parametrico di Wilcoxon.

Risultati

Nel corso dei censimenti, sui 5 siti delle due barriere artificiali liguri, sono state osservate le forme giovanili dell'anno di 18 specie di pesci, e di 1 crostaceo di interesse economico (Tab. 1).

Tab. 1 - Giovani osservati nei diversi siti. Per ciascuna specie sono riportati i massimi valori osservati di densità per 10 m^3 di materiale immerso (1 m^3 nel sito 5), e densità per 10 m^2 di fondale.
*Fenomeni di colonizzazione.

Juveniles observed in different sites. For each species the maximum density values per 10 m^3 of reef (1 m^3 for site 5) or 10 m^2 of bottom were recorded.
*Phenomena of colonization.

Località	LAVAGNA		LOANO									
Tipo di struttura Anni di studio e profondità	SITO 1 PIRAMIDI '93-95 17m		SITO 2 PIRAMIDI '90-94 18m		SITO 3 PIRAMIDE '94-96 18m		SITO 3 PIR.-FAD '94-96 18m		SITO 4 PIRAMIDI '94-96 10m		SITO 5 M. SPARSI '94-96 10m	
PESCI												
GIOVANI	10m^3	10m^2	10m^3	10m^2	10m^3	10m^2	10m^3	10m^2	10m^3	10m^2	1m^3	10m^2
Apogon imberbis	1	0.5	2	1	0.3	0.1	1	0.5	5	1.1	-	-
Chromis chromis	-	-	31	15	50	25	23	12	600	133	31	10
Coris julis	-	-	8	4	1	0.5	2	1	52	11	9	3
Symphodus spp.	-	-	6	3	-	-	-	-	1	0.2	1.2	0.4
Mullus barbatus	5	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mullus surmuletus	3	1.5	2	1	0.3	0.1	-	-	4	0.9	-	-
Oblada melanura	-	-	2	1	-	-	5	2.5	56	12	-	-
Phycis phycis	*0.5	*0.3	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Scorpaena notata	*0.3	*0.1	0.5	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	1	0.2	0.6	0.2
Scorpaena porcus	*0.7	*0.4	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	1	0.2	-	-
Scorpaena scrofa	-	-	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	-	-	-	-
Serranus cabrilla	1	0.5	2	1	0.5	0.3	2	1	4	0.9	0.6	0.2
Forme giovanili n.c.	-	-	-	-	-	-	-	-	300	67	-	-
GIOVANI > 4 MESI D'ETA'												
Diplodus annularis	2	1	0.5	0.3	0.3	0.1	0.5	0.3	12	2.7	-	-
Diplodus sargus	-		1	0.5	-	-	0.5	0.3	37	8.2	17.5	5.6
Diplodus vulgaris	*1	*0.5	2	1	1	0.5	1	0.5	2	0.4	-	-
Pagellus acarne	40	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seriola dumerili	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spondyliosoma cantharus	*7	*3.5	3	1.5	-	-	0.3	0.1	1	0.2	-	-
CROSTACEI												
Palinurus elephas	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sono stati osservati 13 taxa con esemplari molto giovani; in particolare 4 di questi, *Symphodus* spp., *Coris julis, Apogon imberbis* e *Chromis chromis* sono presenti sulla barriera già dai primi stadi successivi la schiusa delle uova o le prime fasi larvali.

Sei specie sono state riunite come "giovani con più di 4 mesi d'età"; si tratta di 5 sparidi ed un carangide che frequentano i siti artificiali in una fase più avanzata.

Le densità di giovanili più rilevanti sono state osservate per le specie *C. chromis, C. julis, Oblada melanura, Diplodus sargus, Pagellus acarne* e *Seriola dumerili.* Va anche sottolineata la presenza di un buon numero di giovani aragoste (*Palinurus elephas*) osservate sulla barriera di Lavagna (n° max osservato 2 ogni 10 m^3 di barriera artificiale).

A Lavagna le specie *Phycis phycis, Scorpaena notata, Scorpaena porcus, Spondyliosoma cantharus, Diplodus vulgaris* assenti nei primi rilevamenti sono giunte nel sito di studio con esemplari giovani e subadulti. Per queste 5 specie appare più corretto usare il termine di colonizzazione piuttosto che quello di reclutamento.

Un confronto tra batimetrie (18 e 10 m) all'interno della barriera artificiale di Loano (Tab. 1) presenta differenze molto significative (Test di Wilcoxon, $P<0.001$). Nella stazione a 10 m le specie *C. chromis, C. julis, O. melanura, Diplodus annularis* e *D. sargus* sono risultate più abbondanti. Nei periodi di massima presenza di giovani (da luglio a settembre) il popolamento sulle piramidi a 10 m risultava composto all'80-90% da esemplari giovani e per il rimanente 20-10% da subadulti e adulti. Sulle piramidi a 18 m il popolamento nello stesso periodo era composto solo al 40-50% da giovani.

A parità di profondità (10 m) vi sono differenze molto significative (Test di Wilcoxon, $P<0.001$) tra le strutture a piramide e i blocchetti ammassati. Le piramidi sono state prescelte da un numero maggiore di specie rispetto ai blocchetti sparsi sul fondale. Le densità/10m^2, per le 6 specie comuni ai due siti, sono in media risultate maggiori sulle piramidi (Tab. 1). Nei periodi di massimo reclutamento sui blocchi sparsi i giovani costituivano sino al 35% del popolamento censito contro l'80-90% raggiunto sulle piramidi.

La presenza di un FAD su una delle piramidi della barriera non ha apportato differenze significative riguardo alla presenza di forme giovanili.

– Periodo di reclutamento

Per alcune specie è stato possibile individuare i periodi nei quali si verificano i picchi di reclutamento (Tab. 2). Giovani della specie *D.sargus* frequentano il sito della barriera, in particolare le stazioni a 10 m di profondità, da settembre sino a marzo, ipotizzando che si tratti di esemplari nati in marzo la loro frequentazione dei siti artificiali parte dal 5°-6° mese di vita. Tra agosto e settembre compaiono le forme giovanili di 8 specie. La maggior parte delle forme giovanili è concentrata tra agosto e dicembre.

– Microambienti

Le forme giovanili necessitano di ambienti più specializzati rispetto agli adulti (Anderson *et al.,* 1989). Sono state prese in considerazione 6 differenti zone intorno alle piramidi (Tab. 3):

A) Il basamento di pietrame delle piramidi, realizzato per consolidare il substrato al fine di evitare lo sprofondamento dei moduli, si è rivelato estrememente importante per le forme giovanili: ben 7 specie trovano protezione tra i ciottoli in prossimità delle cavità di base dei cubi. Si tratta dell'ambiente scelto dal maggior numero

Tab. 2 - Periodi di riproduzione, secondo i dati della letteratura (Bini, 1968; Fischer *et al.*, 1987) e periodi nei quali sono state osservate le maggiori quantità di giovani per alcune delle specie censite sulle barriere artificiali.

Reproduction periods after litterature data (Bini, 1968; Fischer *et al.*, 1987) and periods of main juvenile occurrence of same species censused on the artificial reefs.

Presenza di forme giovanili
Presence of juvenile

Periodo di riproduzione (dati letteratura)
Reproduction period (litterature)

Sovrapposizione periodo riproduttivo e presenza di giovani
Overlappind of reproduction period with juvenile presence

GIOVANI	gen.	feb.	mar.	apr.	mag	giu.	lug.	ago.	set.	ott.	nov.	dic.
Apogon imberbis						*	*	*				
Chromis chromis						*	*	*				
Coris julis					*	*	*	*				
Mullus barbatus				*	*	*	*	*				
Mullus surmuletus				*	*	*	*					
Oblada melanura				*	*	*						
Phycis phycis	*	*	*	*	*							
Serranus cabrilla				*	*	*	*					
Symphodus spp.					*	*						
GIOVANI >4° MESE												
Diplodus sargus	*	*	*									
Pagellus acarne							*	*	*			
Seriola dumerili						*	*					
Spondyliosoma cantharus			*	*	*							

di specie e nel quale sono state registrate le densità più elevate. B) Cinque diverse specie sono state censite nelle cavità passanti dei cubi. C) Le alghe presenti sui piani orizzontali dei blocchi sono risultate particolarmente importanti per i labridi: *C.julis e Symphodus* spp.. D) A Lavagna in seguito a fenomeni di assestamento delle strutture dopo forti mareggiate, dovuti all'assenza del letto di pietrame, si sono realizzate fessure tra il blocco apicale ed i cubi basali. In questo particolare ambiente sono stati censiti i giovani di 6 specie. E) Gli sparidi, ormai giovani di almeno 4 mesi, non hanno mostrato particolari preferenze per aree specifiche ed insieme alle giovani triglie occupano indifferentemente lo spazio nei pressi delle piramidi. F) I giovani delle specie pelagiche (*O. melanura, P. acarne, S. dumerili*) sono stati censiti nella colonna d'acqua nei pressi delle piramidi.

- Spostamenti

Per alcune specie la presenza di abbondanti quantità di esemplari giovani non ha comportato un aumento di esemplari subadulti ed adulti nei mesi successivi. *C. julis*, a Loano, sulle piramidi della stazione a 18 m, nei mesi estivi, è presente con esemplari giovani (sino ad oltre 40 individui per struttura). In particolare tale fenomeno è stato più evidente negli anni nei quali la presenza algale era più

Tab. 3 - Preferenze dei differenti microambienti da parte delle forme giovanili delle specie censite nei siti artificiali.

Preferences of juveniles for different microhabitats of the artificial reefs. A) Pebbles at the basis of pyramids B) Holes C) Algae on the blocks D) Slit between the blocks E) Around the structure F) In the water column.

MICROAMBIENTI	A	B	C	D	E	F
PESCI	ciottoli del basamento	perforazioni passanti	alghe insediate sui blocchi	fessure tra i blocchi (Lavagna)	indefinito intorno alla struttura	colonna d'acqua
GIOVANI						
Apogon imberbis	■	■		■		
Chromis chromis	■					
Coris julis	■		■			
Mullus barbatus					■	
Mullus surmuletus					■	
Oblada melanura						■
Phycis phycis		■		■		
Scorpaena notata	■	■		■		
Scorpaena porcus	■	■		■		
Scorpaena scrofa	■	■				
Serranus cabrilla	■			■		
Symphodus spp.			■			
GIOVANI > 4° MESE						
Diplodus annularis					■	
Diplodus sargus					■	
Diplodus vulgaris					■	
Pagellus acarne						■
Seriola dumerili						■
Spondyliosoma cantharus					■	
CROSTACEI						
Palinurus elephas				■		

cospicua. L'assenza di esemplari subadulti o adulti sembra indicare che i giovani di *C. julis* non rimangano sulla barriera ma si spostino in aree adiacenti. La presenza di sole forme giovanili si è verificata anche per la specie *O. melanura* nei due anni di osservazione condotti a Loano sulla batimetrica dei 10 m. Per la specie *S. cantharus* sono stati segnalati, sia a Loano a 18 m che a Lavagna, fenomeni di reclutamento nel tardo autunno ed inverno, accompagnati da una buona presenza di esemplari subadulti e da una ridotta presenza di adulti. I dati della letteratura (Bini, 1968) indicano per questa specie fenomeni di spostamento in età adulta verso acque più profonde.

Il genere *Symphodus*, nel 1990, nei mesi estivi ed autunnali, era presente sulla barriera di Loano con un elevato numero di giovani. La presenza delle forme giovanili dei labridi è coincisa con la massima presenza algale sui blocchi della barriera. Anche per questo genere è ipotizzabile che si sia verificata, nel '90, un esportazione verso altri ambienti. Sulla barriera di Loano *Serranus cabrilla*, specie con spiccata territorialità, mediamente conta 3-5 esemplari per piramide (40 m^3 di materiale), che probabilmente corrisponde al livello di saturazione degli spazi offerti dalle strutture. Nel periodo autunnale, con il reclutamento, il numero di individui mediamente arriva a 8-9 esemplari per piramide per riassestarsi intorno ai valori di equilibrio (3-5 individui) nei mesi successivi. I nuovi nati probabilmente sono predati o costretti a spostarsi altrove.

Conclusioni

La presenza, sulle barriere artificiali esaminate, di forme giovanili dell'anno di 18 specie di pesci evidenzia la capacità di diversificazione strutturale dell'ambiente ed il ruolo di protezione dei giovani che le barriere possono svolgere, concorrendo così ad un incremento della biomassa ittica.

- Le forme giovanili presenti sulle barriere artificiali analizzate, possono essere divise in 3 gruppi:

1° gruppo - 4 taxa che frequentano le barriere sin dai primi stadi successivi la schiusa delle uova (o le prime fasi larvali per la specie *C. julis*): 2 di questi, *Symphodus* spp, e *C. chromis* hanno uova bentoniche che forse sono attaccate alle alghe e ai blocchi della barriera, una specie, *A. imberbis*, trattiene le uova all'interno della cavità boccale.

2° gruppo - 9 specie osservate sulla barriera in una fase di poco successiva ai primi stadi post-larvali. Probabilmente queste specie passano le prime fasi di vita in altri ambienti e poi si spostano sulla barriera.

3° gruppo - 6 specie riunite sotto il nome di giovani con più di 4 mesi d'età. I 5 sparidi di questo gruppo probabilmente conducono le prime fasi di vita in acque più basse: E' noto che, *D. sargus* e *D. vulgaris*, osservati con taglie minime comprese tra 5 e 7 cm, nei primi mesi di vita (da 1 a 5-6 cm) vivono "sotto costa, su fondi posti entro i 2 metri di profondità ... su fondali con sabbia, ciottoli e massi ricoperti di alghe fotofile o incrostanti" (Biagi *et al.,* 1995). *P. acarne* si riproduce tra luglio ed ottobre; esemplari di taglie tra 3 e 5 cm sono spesso pescati con la sciabica, nei mesi invernali (gennaio-febbraio) in acque poco profonde (3-10 m)(Relini G. *et al.,* 1996). Gli esemplari censiti da maggio a luglio sulla barriera artificiale di Lavagna, sono di taglie comprese tra 8 e 9 cm e presumibilmente sono di 10-12 mesi d'età.

- Alla stazione meno profonda (10 m) sono state osservate quantità nettamente più rilevanti di giovani. Spostandosi verso acque più basse si assiste ad una graduale riduzione delle taglie (Bell, 1983). Effettivamente gran parte dei pesci della fascia costiera conducono le prime fasi post-larvali in acque estremamente basse. Pondella e Stephens (1994), hanno effetuato studi su barriere artificiali immerse in California, in pochi metri d'acqua, addirittura nella zona frangiflutto, ed hanno evidenziato in queste aree fenomeni di reclutamento di specie costiere di substrato duro.

- La maggior quantità di giovani è stata osservata da agosto ad ottobre in tutti i siti considerati.

- Per alcune specie è stata osservata una disparità tra l'abbondanza di forme giovanili e la ridotta presenza, o addirittura assenza, di adulti. Sono ipotizzabili tre situazioni: - a) dopo aver passato le prime fasi sulla barriera gli esemplari si spostano verso altri ambienti; - b) si verifica un intensa predazione sino alla netta riduzione o scomparsa della specie; - c) insieme ad una normale pressione predatoria, che sfoltisce la popolazione, si verifica un'esportazione dalla barriera artificiale verso altri ambienti.

- In base alle osservazioni condotte è emersa la necessità per le forme giovanili di microambienti specializzati, in particolare sembra importante che si crei un elevato livello di diversificazione strutturale dell'ambiente. Va sottolineata l'importanza del basamento in pietrame posto sotto le piramidi, che, abbinato alle cavità di base del blocco, costituisce un ambiente complesso e molto apprezzato dalle forme giovanili. Gorham *et al.* (1989) hanno ottenuto un incremento di forme giovanili su barriere artificiali in Florida aumentando la diversità strutturale mediante

l'immersione di cime in polipropilene. Appare inoltre evidente l'importanza delle macroalghe per le forme giovanili, in particolare per i labridi. Alcuni studi condotti nelle acque della California (Anderson *et al.*, 1989; Danner *et al.*, 1994) hanno dimostrato una chiara correlazione tra la presenza algale e la quantità di giovani presenti sulle barriere artificiali.

Summary

One of the goals of artificial reef construction is to lower the mortality of fish fauna. Habitat complexity has a strong influence on the abundance of juveniles and this should be considered in reef design.

On the Loano (Western Ligurian Sea) and Lavagna (Eastern Ligurian Sea) a.rs., fish assemblages have been studied by means of visual census at five different sites which differ in terms of lengh of exposure, depth (17-18 m and 10 m), presence of FAD, design. This technique, if carried out for long periods, makes it possible to highlight seasonal variations, the presence of new species (colonization) and the arrival of new specimens of species previously recorded (recruitment).

Both in Lavagna and in Loano at 18 m the a.rs. are made up pyramids formed of four cubic blocks (perforated concrete with a 2 meter side) at the base and one at the top.

In Loano the two shallow water sites (10 m) are pyramids of five one meter side blocks and heaps of small blocks (20x20x40 cm).

In total the young of the year of 18 fish species were recorded. These can be divided into 3 different groups:

a) 4 taxa (*Symphodus* spp, *Chromis chromis, Apogon imberbis, Coris julis*) which reside on the a.r. from early larval stages.

b) 9 species (*Mullus barbatus, M. surmuletus, Oblada melanura, Phycis phycis, Scorpaena notata, S. porcus, S. scrofa, Serranus cabrilla*) recorded on the a.r. some months after hatching. Probably they spend the first days of their lifespan in other environments and then come to the a.r.

c) 6 species (*Diplodus annularis, D. sargus, D. vulgaris, Pagellus acarne, Spondyliosoma cantharus, Seriola dumerili*) which come to the a.r. from shallow water when they are 4-12 months old.

The shallow water sites (10 m) were characterized by higher numbers of juveniles (up to the 80-90 % of the total) than at 18 m depth, where the number of juveniles reached 40-50% of the total at the peak of recruitment.

At this depth there were also differences between reef structures: the pyramids consisting of five blocks, one meter side each, proved to be more effective than units made up of small blocks. Data were tested with the Wilcoxon test and showed very significant results ($p<0.001$). In fact, the pyramids showed a higher number of species and of individuals of common species.

Some preferences of juveniles for different microhabitats are given. The stone layer and the small niches at the base of the pyramids have been particularly suitable for recruitment.

The evolution of macrobenthos contributes to habitat complexity: in particular the presence of Labridae is linked to the development of macroalgae.

It is likely that for some species there is an exportation from the a.r. to other environments (*Coris julis*, *Symphodus* spp., *Serranus cabrilla*).

Bibliografia

ANDERSON T.W., DEMARTINI E.E., ROBERTS D.A. (1989) - The relationship between habitat structure, body size and distribution of fishes at a temperate artificial reef. *Bull. Mar. Sci.*, **44** (2): 681-697.

BELL J.D. (1983) - Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean sea. *J. Appl. Ecol.*, **20**: 357-369.

BIAGI F., TUNESI L., VACCHI M. (1995) - Censimenti visuali subacquei di giovanili del genere *Diplodus* nelle acque liguri e toscane. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 461-463.

BINI G. (1968) - Atlante dei pesci delle coste italiane. *Mondo Sommerso*, ed. Roma.

BOHNSACK J.A., JOHNSON D.L., AMBROSE R.F. (1991). Ecology of artificial reef habitats and fishes. in Seaman W. and Sprague L.M., ed., *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries.* Academic Press, Inc. San Diego, California: 61-107.

DANNER E.M., WILSON T.C., SCHLOTTERBECK R.E. (1994) - Comparison of rockfish recruitment of nearshore artificial and natural reefs off the coast of central California. *Bull. mar. sci.*, **55** (2-3): 333-343.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (redacteurs) (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besòins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37 - Vol.I.* Rome 1987.

GORHAM J.C., ALEVIZON W.S. (1989) - Habitat complexity and the abbundance of juvenile fishes residing on small scale artificial reef. *Bull. mar. sci.*, **44** (2): 662-665.

GROVE R.S., SONU C.J. (1985) - Fishing reef planning in Japan. In D'Itri, ed., *Artificial reefs: marine and freshwater applications.* Lewis Publishers, Inc. Chelsea, Michingan: 187-251.

PONDELLA D.J., STEPHENS J.S. (1994) - Factors affecting the abbundance of juvenile fish species on a temperate artificial reef. *Bull. mar. sci.*, **55** (2-3): 1216-1223.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1995) - La barriera artificiale di Loano. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 21-64.

RELINI M., RELINI G., TORCHIA G. (1995). The role of a FAD in the variation of fish assemblages on the Loano artificial reef (Ligurian Sea N-W Mediterranean). *Ecoset '95*, **1**: 1-5.

RELINI G., CIMA C., GARIBALDI F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1996) - Una risorsa costiera: il rossetto *Aphia minuta mediterranea* De Buen, 1931. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 205 - 213.

RELINI M., TORCHIA G., RELINI G (1996). Evoluzione del popolamento ittico sulla barriera artificiale di Lavagna. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 230-236.

Ricerca finanziata in parte da un contributo del MRAAF, 26/92 (Legge 41/82).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 277-281

G. SANTANGELO, L. BONGIORNI, G. BUFFONI

Dipartimento Scienze Ambiente e Territorio, Via Volta 4 - 56126 Pisa, Italia.
*CREA-ENEA S. TERESA, La Spezia, Italia.

CONTROLLO DEL RECLUTAMENTO IN UNA POPOLAZIONE DI CORALLO ROSSO (*CORALLIUM RUBRUM* L 1758)

RECRUITMENT DENSITY-DEPENDENCE IN RED CORAL POPULATION

Abstract

Relationship between density and biomass of adults and recruitment were investigated in a coastal red coral population whose demographic and genetic structure had been previously analyzed. A positive relationship was found between recruitment and adult density, while larval survivorship seems to be positively affected by low adult biomass.

Key-words: Red coral, Octocorallia, Recruitment, Density-Dependence.

Introduzione

Lo studio dei meccanismi che regolano l'apporto di nuovi individui ad una popolazione naturale può fornire un'insieme di conoscenze indispensabili alla comprensione della dinamica delle popolazioni e delle comunità (Margalef 1994); per questo motivo negli ultimi anni l'interesse degli ecologi nei confronti dei meccanismi di reclutamento si è notevolmente accresciuto (Roughgarden *et al.* 1985, Lewin 1986, Sutherland 1990, Pascual e Caswell 1991). Nell'ambito di uno studio sulla demografia di una popolazione costiera di corallo rosso ci siamo proposti di verificare se effetti "densità-dipendenti" potessero influenzare l'abbondanza del reclutamento. La popolazione da noi studiata nel corso di diversi anni è caratterizzata da colonie che presentano un'elevata densità, piccola taglia ed un elevato tasso di reclutamento. Il reclutamento, inteso come classe di età compresa tra 0 ed 1 anni, costituisce oltre il 50% del numero totale di individui presenti in questa popolazione. La popolazione è inoltre caratterizzata da colonie con un ciclo vitale non superiore a dieci anni (relativamente breve rispetto alla longevità della specie) e quindi da un'elevata mortalità che colpisce soprattutto le classi di età successive alla terza; si tratta pertanto di una popolazione prevalentemente giovane e sottoposta ad un ricambio relativamente rapido (Santangelo *et al.*, 1993). Nel corso di ricerche precedenti (Santangelo 1991, Abbiati *et al.*, 1991) era stata descritta la struttura di età di questa popolazione ed era stato messo a punto un modello dinamico, strutturato per classi di età, basato su di una generalizzazione della "matrice di Leslie" (Usher 1972, Berg e Getz 1988), in cui la biomassa delle colonie adulte era stata posta come fattore di controllo sulla crescita della popolazione; tale controllo avrebbe comportato una riduzione del tasso di reclutamento in funzione di alti valori di biomassa delle colonie adulte. Questa prima funzione era stata successivamente modificata (Abbiati *et al.*, 1992) ed erano stati ipotizzati due differenti effetti della biomassa delle colonie adulte sul reclutamento: per bassi valori di biomassa ad un'incremento di quest'ultima sarebbe corrisposto un incremento del coefficiente di sopravvivenza larvale (rapporto numero recruits/numero di planule prodotte nella stessa area) mentre, per valori maggiori

di biomassa questo rapporto si sarebbe invertito. Nella messa a punto di questa nuova funzione di controllo era stata formulata l'ipotesi che per bassi valori di biomassa il reclutamento fosse favorito dalla presenza degli adulti mentre, per alti valori di biomassa cominciasse a manifestarsi un effetto di inibizione da parte di quest'ultima che avrebbe portato ad una riduzione della percentuale di planule che sarebbero riuscite ad insediarsi con successo e dare origine a recruits.

Per verificare se effetti della densità delle colonie adulte sul reclutamento potessero realmente essere identificati nella popolazione da noi studiata, siamo andati ad esaminare quali relazioni intercorressero tra la densità degli adulti e dei recruits e tra sopravvivenza larvale e biomassa degli adulti.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati realizzati in località "Calafuria" (Li), tra i 33 ed i 36 metri di profondità, tramite grattaggio e fotografia di aree campione di 178,76 cm^2 ciascuna, distribuite random nell'area esaminata. La biomassa delle colonie adulte è stata misurata su 27 campioni raccolti tramite grattaggio; di questi campioni è stata esaminata inoltre la densità di recruits. Sono state inoltre campionate fotograficamente altre 65 aree in cui sono state misurate le densità di adulti e di recruits. L'ingrandimento adottato è stato di 1/4,5. È stata utilizzata una pellicola Kodak 100 ASA per diapositive. Sono stati realizzati tre fotogrammi, uno frontale e due laterali con angolazione di circa 20° per ciascun campione. I tre fotogrammi sono stati proiettati contemporaneamente per permettere una miglior lettura del campione.

Sono stati utilizzati in parallelo due diversi metodi di campionamento, grattaggio e fotografia, poiché il primo è l'unico che permette una misura attendibile della biomassa mentre il secondo è risultato più efficace per la stima della densità dei recruits e degli adulti.

La sopravvivenza larvale è stata calcolata come il rapporto tra la densità di recruits ed il numero (stimato) di planule prodotte dalle colonie presenti nella stessa area; la stima del numero di planule prodotte da ogni colonia è stata realizzata in base alla taglia (peso) delle colonie stesse secondo metodiche già descritte (Abbiati *et al.*, 1991, Santangelo *et al.*, 1993).

Risultati

I risultati ottenuti hanno evidenziato una relazione positiva altamente significativa tra reclutameto e densità delle colonie adulte; tale relazione è efficacemente rappresentata dalla regressione lineare $R = (0{,}64 \pm 0{,}01)\ A$, dove R rappresenta il numero di recruits e A il numero di colonie adulte conteggiate in ciascun'area campione (Fig.1).

Per verificare l'esistenza di ulteriori relazioni tra abbondanza delle colonie adulte e reclutamento sono stati esaminati i rapporti tra i coefficienti di sopravvivenza larvale (recruits/planule) ed i valori di biomassa delle colonie adulte della stessa area campione. Sulla base dei campioni esaminati è stata evidenziata una crescita del rapporto tra coefficienti di sopravvivenza larvale e biomassa fino ad un valore soglia di biomassa (700 gr/m^2); per biomasse maggiori il rapporto decresce facendo assumere alla curva un andamento a campana abbastanza simile a quello della funzione di controllo ipotizzata in precedenza (Fig. 2a e 2b rispettivamente). Il valore critico di biomassa delle colonie adulte per cui il coefficiente

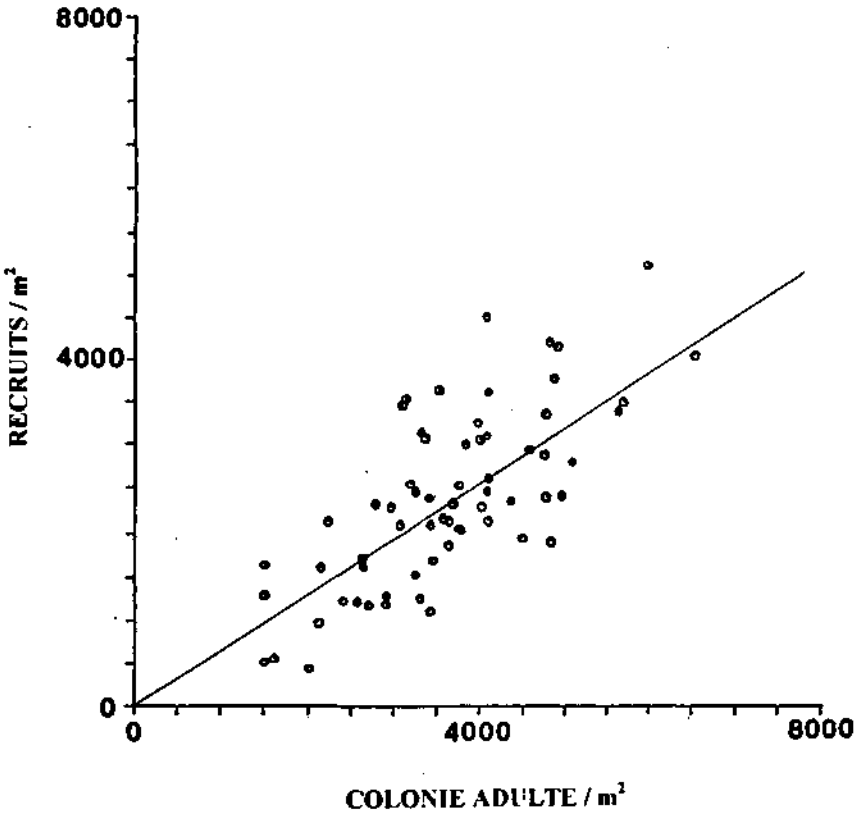


Fig. 1 - Relazione tra densità dei recruits e degli adulti nei campioni esaminati (b=0,64 ± 0,01).

Relationship between adult colony and recruit density.

di sopravvivenza larvale comincia a decrescere è risultato inferiore di circa la metà rispetto alla biomassa massima misurata (700 VS 1500g/m^2).

Discussione e conclusioni

Nei campioni da noi esaminati la densità dei recruits aumenta in modo pressoché lineare con la densità degli adulti; questo risultato suggerisce che nella popolazione studiata esista realmente una dipendenza della densità del reclutamento dalla densità delle colonie adulte della stessa area. Quest'effetto potrebbe

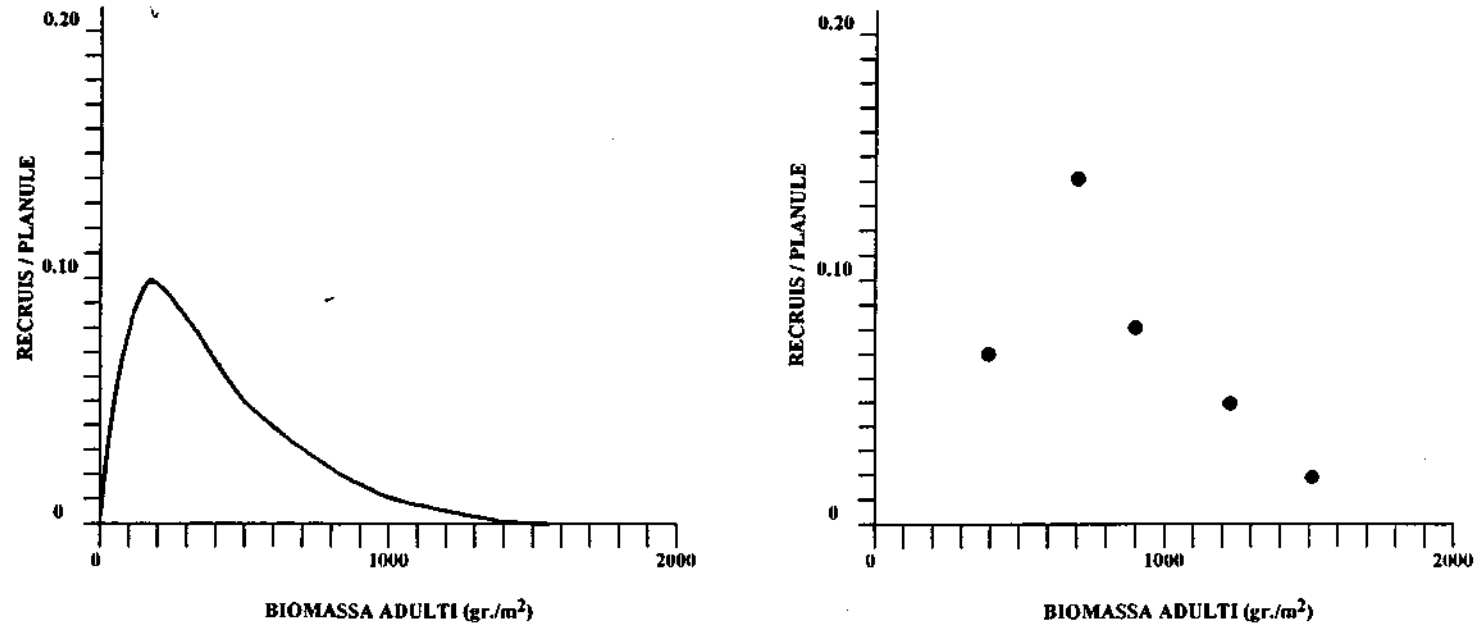


Fig. 2 - Relazione tra il rapporto densità adulti/numero planule (coefficiente larvale) e biomassa delle colonie adulte. In 2.a la funzione di controllo ipotizzata; in 2.b i dati sperimentali.

Relationship between the ratio adult density/number of planulae (larval coefficient) and adult colony biomass: 2.a the control function hypothesized; 2.b experimental data.

essere causato da una riproduzione prevalentemente locale legata ad un comportamento fortemente filopatrico delle planule. Questi risultati, in accordo con quelli ottenuti in precedenza dall'analisi genetica della stessa popolazione (Abbiati *et al.*, 1993), sembrerebbero confermare che la riproduzione locale svolga un ruolo fondamentale nel sostentamento di popolazioni di corallo rosso del tipo di quella studiata. I tassi di reclutamento suggeriscono inoltre che la popolazione studiata si trovi, nonostante le elevate densità che la caratterizzano, al disotto dei valori di saturazione e che l'intensità di questo sia dipendente dall'apporto larvale e quindi non saturante.

La relazione tra sopravvivenza larvale e biomassa dei campioni presenta il seguente andamento: la sopravvivenza larvale cresce fino ad un valore critico di biomassa, oltre il quale comincia a decrescere. Quest'andamento è simile a quello ipotizzato per la funzione di controllo (Abbiati *et al.*, 1992). Questi risultati suggeriscono pertanto che effetti di un controllo densità-dipendente comincino a manifestarsi solo per i valori maggiori di biomassa; tale controllo verrebbe esercitato dalla biomassa degli adulti sul tasso di sopravvivenza larvale riducendo la percentuale di planule che riescono ad insediarsi e dare origine a recruits. Sulla base di questi risultati è quindi ragionevole ipotizzare che per basse biomasse di adulti si manifesti un effetto positivo della biomassa di questi ultimi sul reclutamento mentre, per biomasse maggiori, cominci a manifestarsi anche l'effetto inibitore esercitato dagli adulti sull'insediamento delle planule e/o sulla sopravvivenza dei nuovi insediati. Con l'aumentare della biomassa degli adulti aumenterebbe il numero delle planule prodotte localmente mentre non aumenterebbe in proporzione il numero di recruits e, pertanto, diminuirebbe il coefficiente di sopravvivenza larvale, espressione del rapporto tra questi due parametri. La riduzione del coefficiente di sopravvivenza larvale potrebbe dipendere da una ridotta disponibilità di spazio dovuta all'elevata biomassa degli adulti; in queste condizioni incomincerebbe ad instaurarsi all'interno della popolazione una certa competizione per lo spazio tra adulti e nuovi insediati.

L'ipotesi che fattori densità-dipendenti possano influire sul reclutamento dovrà ovviamente essere sottoposta ad ulteriori verifiche, basate su esperimenti di manipolazione "in situ" che prevedano la rimozione delle colonie adulte e su studi del comportamento delle planule. Sarà inoltre necessario valutare il ruolo delle interazioni che, presumibilmente, intervengono tra le planule o il reclutamento del corallo ed alcune delle specie più cospicue presenti nello stesso habitat.

Summary

Red coral (*Corallium rubrum* L. 1758) is an octocoral endemic of the Mediterranean sea and neighbour Atlantic areas. Two different types of populations of this precious species may be distinguished: coastal, crowded, small sized populations, living in the upper part of the species habitat, and deep dwelling, sparse populations characterized by bigger colonies and higher growth rates. Of these two populations only the latter has commercial values, while the former as mainly an ecological value due to their high reproductive potential.

In this short paper relationships between recruitment and adult colony density and biomass were investigated in a coastal population of red coral, whose demographic and genetic structure have been previously analyzed. A clear-cut positive relationship between recruitment and adult colony density was found,

suggesting higher adult colony density may favour recruitment, but if larval survivorship (the ratio between larval production and larval survivorship) is examined, this parameter seems to be positively affected by low values and inhibited by high values of adult colony biomass. On the basis of our results this population, also crowded, seems to be under the saturation level and only for higher adult colony densities a reduction of the larval survivorship was observed.

Bibliografia

ABBIATI M., BUFFONI G., DICOLA G., SANTANGELO G. (1991) - Red coral population dynamics: stability analysis and numerical simulation of time evolution of perturbed states. In: O. Ravera, *Terrestral and acquatic ecosystems: perturbation and recovery*. Hellis Horwood, New York: 219-228.

ABBIATI M., BUFFONI G., CAFORIO, G., DICOLA G., SANTANGELO G. (1992) - Harvesting, predation and competition effects on a red coral population. *Neth. J. Sea Res.*, **30**: 219-228.

ABBIATI M., SANTANGELO G., NOVELLI (1993) - Genetic variation within and between two Tyrrenian populations of the Mediterranean alcyonarian *Corallium rubrum*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **95**: 245-250.

BERG M.O., GETZ, W.M. (1988) - Stability of discrete age-structured and aggregated dalay-difference population models. *J. Math. Biol.*, **26**: 551-581.

LEWIN R. (1986) - Supply-side ecology. *Science*, **234**: 25-27.

MARGALEF R. (1994) - *Population dynamics converge with succession theory*. 27 EMBS, Ferrara 1992. Olsen & Olsen, Fredensborg DK: : 135-141.

PASCUAL M., CASWELL H. (1991) - The dynamics of a size-classified benthic population with reproductive subsidy. *Theor. Pop. Biol.*, **39**: 129-147.

ROUGHGARDEN J., IWASA Y., BAXTER C. (1985) - Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecology*, **66**: 54-69.

SANTANGELO G. (1991) - A focal point in *Corallium rubrum* research: the determination of age structure. In: Bouduresque C.F., Avon M., Graves V. (edit.), *Les èspeces marines à protéger en Méditerrané*. GIS Posidonie publ., Fr.: 61-63.

SANTANGELO G., ABBIATI M., CAFORIO G., (1993) - Struttura di età e dinamica di popolazione di *Corallium rubrum*. In: *Il corallo rosso in Mediterraneo*. Cicogna F. e Cattaneo-Vietti R.(eds), Min. Ris. Agr. Al. For., Roma: 131-157.

SUTHERLAND J.P. (1990) - Recruitment regulates demographic variation in a tropical intertidal barnacle. *Ecology*, **71**: 995-972.

USHER, M.B. (1972) - Developments in Leslie matrix model. In: Jeffers J. (ed.), *Mathematical models in ecology*. Blackwell Scientific Pubblications, Oxford: 29-60.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 282-290

L. TUNESI, L. MARIANI, M. MORI*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare - ICRAM,
Via L. Respighi, 5 - I-00197 Roma, Italia.
*Istituto di Anatomia Comparata, Università di Genova, Italia.

INSEDIAMENTO DI STADI GIOVANILI DI SPECIE ITTICHE NELLE ACQUE COSTIERE DEL GOLFO TIGULLIO (MAR LIGURE)

JUVENILE FISHES SETTLEMENT IN LIGURIAN COASTAL WATERS

Abstract

The microhabitat use and temporal pattern of settlement in juvenile fishes of 27 coastal species were characterized in the Tigullio Gulf (Ligurian Sea) between November 1993 and November 1995. The importance of the littoral waters for settlement of fish juveniles is stressed.

Key-words: fish, settlement, habitat, Ligurian Sea.

Introduzione

Il ciclo vitale di numerose specie ittiche costiere si articola in una fase larvale di dispersione pelagica ed in una successiva bento-nectonica, relativamente stanziale (Leboulleux, 1992). Il passaggio alla vita demersale è particolarmente critico poiché implica cambiamenti morfologici e di habitat e, di conseguenza, modificazioni nel comportamento e nell'alimentazione (Brothers e McFarland, 1981).

L'approfondimento delle conoscenze sull'arrivo dei giovanili delle specie ittiche costiere di interesse commerciale e sul primo periodo di vita ad esso successivo, presenta molteplici risvolti gestionali, a partire dallo stretto legame identificato tra il successo del reclutamento e le dinamiche di popolazione (Connell, 1985; Victor, 1986). Questo aspetto evidenzia la notevole importanza applicativa della comprensione dei processi che influenzano questo delicato momento del ciclo vitale, al fine di permettere una più avanzata gestione della fascia costiera e di valutare il potenziale di reclutamento di un determinato tratto di costa.

Tra gli aspetti che influiscono sul successo del reclutamento va considerata la tendenza dei giovanili in fase di insediamento a scegliere specifici micro-habitat di primo arrivo, come evidenziato da Carr (1989, 1991) e da Levin (1994). Questo argomento è stato affrontato da diversi anni per le barriere coralline (William e Sale, 1981; Sale *et al.*, 1984; Doherty, 1991), e per alcune aree temperate (Carr, 1989, 1991; Lincoln Smith *et al.*, 1991), mentre solo di recente in Mediterraneo (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995; Garcia-Rubies e Macpherson, 1995).

Il presente lavoro si propone di fornire un contributo allo studio del reclutamento di specie ittiche, descrivendo i periodi di arrivo ed i microhabitat scelti dai giovanili nelle acque più strettamente costiere del Golfo Tigullio (Mar Ligure), in un'area per la quale sono previste misure di salvaguardia con la realizzazione del parco marino del Monte di Portofino (Tunesi e Diviacco, 1993).

Materiali e metodi

I dati sono stati raccolti mediante rilevamenti visivi in immersione, condotti in quattro siti costieri di lunghezza compresa tra 63 e 104 m, posti lungo la costa

orientale del Monte di Portofino. Ognuno di essi, costituito dai fondali antistanti a tratti di costa prevalentemente rocciosa, è stato indagato a cadenza settimanale dalla superficie alla profondità di 3 m, sempre nello stesso momento della giornata (dalle 9.00 alle 12.00), nel biennio novembre 1993 - novembre 1995.

L'impiego del censimento visuale in immersione (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985), è stato motivato perché particolarmente adatto per operare in acque a ridotta profondità e ad elevata eterogeneità, ove si verifica l'arrivo dei giovanili di numerose specie ittiche costiere.

L'operatore in immersione ha percorso lentamente il sito costiero per tutta la sua estensione, esaminando ogni anfratto accessibile e annotando le informazioni su lavagnetta subacquea.

In caso di rinvenimento di giovanili in fase di insediamento o comunque di ridotte dimensioni, ne sono state identificate la specie di appartenenza e la lunghezza totale (con una precisione di 5 mm), mediante l'impiego di una tavoletta subacquea sulla quale sono riportati i profili relativi alle diverse taglie (da 1 a 7 cm di LT).

Gli esemplari di dimensioni inferiori a 1,5 cm, sono stati considerati giovanili appena insediati, ad eccezione delle specie *Boops boops*, *Mullus surmuletus*, *Pagellus bogaraveo* e *Serranus cabrilla*, per le quali l'arrivo nelle acque costiere si verifica a taglie maggiori.

Le stesse informazioni sono state raccolte anche per altre specie rappresentate da giovanili di dimensioni molto ridotte, ma il cui insediamento potrebbe essersi verificato a taglie ancora minori

Il campionamento degli esemplari di difficile riconoscimento ne ha permesso la successiva identificazione in laboratorio.

Le principali caratteristiche dei microhabitat sono state registrate mediante l'impiego di un quadrato di un metro di lato, posizionato al centro del sito di rinvenimento dei giovanili; i parametri rilevati sono stati i seguenti: profondità del fondo, profondità alla quale stazionavano gli esemplari, composizione del substrato (percentuale della presenza di sabbia/ghiaia, ciottoli, rocce piccole, medie e grandi), pendenza del substrato, percentuali di ricoprimento da parte di alghe incrostanti, erette e di *Posidonia oceanica.*

La matrice dei dati relativi ai microhabitat di insediamento dei giovanili delle diverse specie, è stata sottoposta a scalatura con la tecnica del centroide (per eliminare l'effetto delle differenti scale delle variabili considerate) e, successivamente, all'analisi delle componenti principali (ACP) applicando la rotazione varimax, per massimizzare la varianza spiegata dalla ACP. La significatività degli assi è stata valutata con le tavole fornite da Lebart (1975).

Risultati

L'indagine svolta ha fornito, per i giovanili di 27 specie ittiche, informazioni riguardanti i loro periodi di arrivo (Tab. 1), gli intervalli di profondità di insediamento, la loro posizione nella colonna d'acqua ed il loro comportamento sociale (Tab. 2).

In entrambe queste tabelle le informazioni sono fornite separatamente per i giovanili appena insediati e per quelli arrivati nelle acque costiere da qualche tempo, ma sempre di dimensioni molto ridotte.

In generale i giovanili in fase di insediamento arrivano sottocosta ad "ondate", che si susseguono per periodi di diversa durata, in funzione della specie.

Tab. 1 - Lista delle specie, taglia minima degli esemplari e periodo di arrivo nelle acque strettamente costiere (0-3 m di profondità) dell'area di studio.

Species list, minimal length of the specimens and time of first arrival in the shallow waters (0-3 m depth) of the considered area.

Famiglia	Specie	Taglia minima	MESI											
	giovanili in insediamento	(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ATHERINIDAE	*Atherina boyeri (Risso,1810)*	1,5						------	------					
	Atherina hepsetus (L.,1758)	0,5		------	------	------								
GOBIIDAE	*Aphia minuta (De Buen,1931)*	1,5				------	------							
LABRIDAE	*Symphodus tinca (L.,1758))*	1,5							------	------	------			
MULLIDAE	*Mullus surmuletus (L.,1758))*	4,5							------	------				
POMACENTRIDAE	*Chromis chromis (L.,1758)*	0,7							------	------				
SERRANIDAE	*Serranus cabrilla (L.,1758)*	2							------	------				
SPARIDAE	*Boops boops (L.,1758)*	2						------						
	Diplodus annularis (L.,1758)	0,5							------	------				
	Diplodus puntazzo (Cetti,1777)	0,7										------	------	------
	Diplodus sargus (L.,1758)	0,5					------	------	------					
	Diplodus vulgaris (Geoffroy St.-Hilaire,1817)	0,5	------	------	------									------
	Lithognathus mormirus (L.,1758)	1,5								------	------	------	------	------
	Oblada melanura (L.,1758)	0,5							------	------				
	Pagellus bogaraveo (Brunnich,1768)	3				------								
	Sarpa salpa (L.,1758)	0,7			------								------	------
	giovanili insediati													
BLENNIIDAE	*Aidablennius sphynx (Valen.,1836)*	0,8	------											
LABRIDAE	*Coris julis (L.,1758)*	1,5								------	------			
	Symphodus cinereus (Bonnaterre,1788)	3,5								------				
	Symphodus ocellatus (Forsskal,1775)	2,7							------	------	------	------		
	Symphodus roissali (Risso,1810)	2,5							------	------	------			
	Symphodus rostratus (Bloch,1797)	4										------		
	Thalassoma pavo (L.,1758)	3,2										------	------	------
MORONIDAE	*Dicentrarchus labrax (L.,1758)*	3				------								
SPARIDAE	*Pagellus erythrinus (L.,1758)*	4,5								------				
	Pagrus pagrus pagrus (L.,1758)	3,5						------						
	Spondyliosoma cantharus (L.,1758)	2,5							------					

Il periodo estivo - tardo autunnale è quello nel quale si registra l'arrivo del maggior numero di specie, anche se non mancano insediamenti invernali o primaverili: *Atherina hepsetus*, *Dicentrarchus labrax*, *Aidablennius sphynx* ed alcuni Sparidi. *Sarpa salpa* presenta due momenti di arrivo ben distinti, uno nei mesi tardo autunnali, ed il secondo, meno importante, in marzo. Un discorso a parte merita l'insediamento dei giovanili appartenenti al genere *Diplodus*, le cui specie presentano degli arrivi che si succedono in momenti diversi dell'anno (Tunesi *et al.*, 1996).

I dati relativi alle profondità di rinvenimento degli esemplari (Tab. 2), indicano la notevole selettività di alcune specie per habitat molto superficiali (il limite di -3 m è legato alla profondità massima indagata con il presente studio).

A livello sociale, i giovanili generalmente si presentano in gruppi di diversa consistenza (Tab. 2); solo alcune specie sono rappresentate da esemplari isolati: *A. sphynx*, *S. cabrilla*, *Symphodus cinereus*, *Symphodus ocellatus*, *Spondyliosoma cantharus*, *Thalassoma pavo*. In alcuni periodi dell'anno è stato possibile rilevare la copresenza di giovanili di alcune specie negli stessi microhabitat; in particolare: *Diplodus puntazzo* con *Sarpa salpa*; *D. puntazzo* con *Diplodus vulgaris*; *D. vulgaris* con *A. minuta*; *Atherina boyeri* con *Oblada melanura*.

In Fig.1 sono presentati i risultati dell'analisi delle componenti principali della matrice di dati relativi alle caratteristiche dei microhabitat, i cui primi tre assi sono risultati significativi.

Il piano costituito dai primi due assi (Fig. 1a) permette di identificare la presenza di tre gruppi di specie: il primo asse (che spiega il 29,72% della varianza totale) distingue le specie che, pur stazionando molto vicine alla costa rocciosa, rimangono nella colonna d'acqua (gruppo I in Tab.2), da quelle a reclutamento bentico; il secondo asse (che spiega il 25,19% della varianza totale) divide, all'interno di queste ultime, quelle strettamente legate a *Posidonia oceanica* (gruppo II in Tab.2), rispetto alle altre (gruppo III). In figura 1b è presentato il piano costituito dal terzo e dal secondo asse. In questo caso il terzo asse (17,89% della varianza totale), ordina le specie in base alla natura del fondo del microhabitat di insediamento, in funzione della componente sabbia/ghiaia (la maggiore importanza di questa voce è associata al decrescere dei valori di ascissa).

Discussione e Conclusioni

Lo studio in oggetto ha permesso di raccogliere informazioni sui periodi di arrivo ed i microhabitat scelti dai giovanili di 27 specie nelle acque costiere antistanti tratti di costa prevalentemente rocciosa, ribadendo l'importanza del Golfo Tigullio quale *nursery area* per la fauna ittica (Orsi Relini *et al.*, 1985).

E' stato così possibile evidenziare una marcata stagionalità, confermata nei due anni, dell'arrivo dei giovanili nelle acque del Golfo Tigullio, e di rilevare un massimo delle presenze nei mesi estivo-autunnali. In generale i periodi sono risultati in accordo con quelli indicati dalla letteratura (Autori Vari, 1931-56; Bini, 1968; Tortonese, 1975; Fischer *et al.*, 1987; Tunesi, 1994; Garcia-Rubies e Macpherson, 1995), con un contributo alla loro precisazione per l'area di studio; ciò in particolare per quanto riguarda *T. pavo*, per la quale non ci risulta sia stata pubblicata la segnalazione di giovanili nelle acque liguri.

Infatti questa specie marcatamente termofila (Tortonese, 1975), e per questo molto rara in Mar Ligure (Bianchi e Morri, 1994), presenta un arrivo dei giovanili

posticipato rispetto a quanto riportato in letteratura per aree mediterranee meridionali; inoltre, al contrario di quanto accade più a Sud, gli esemplari sono sempre risultati solitari.

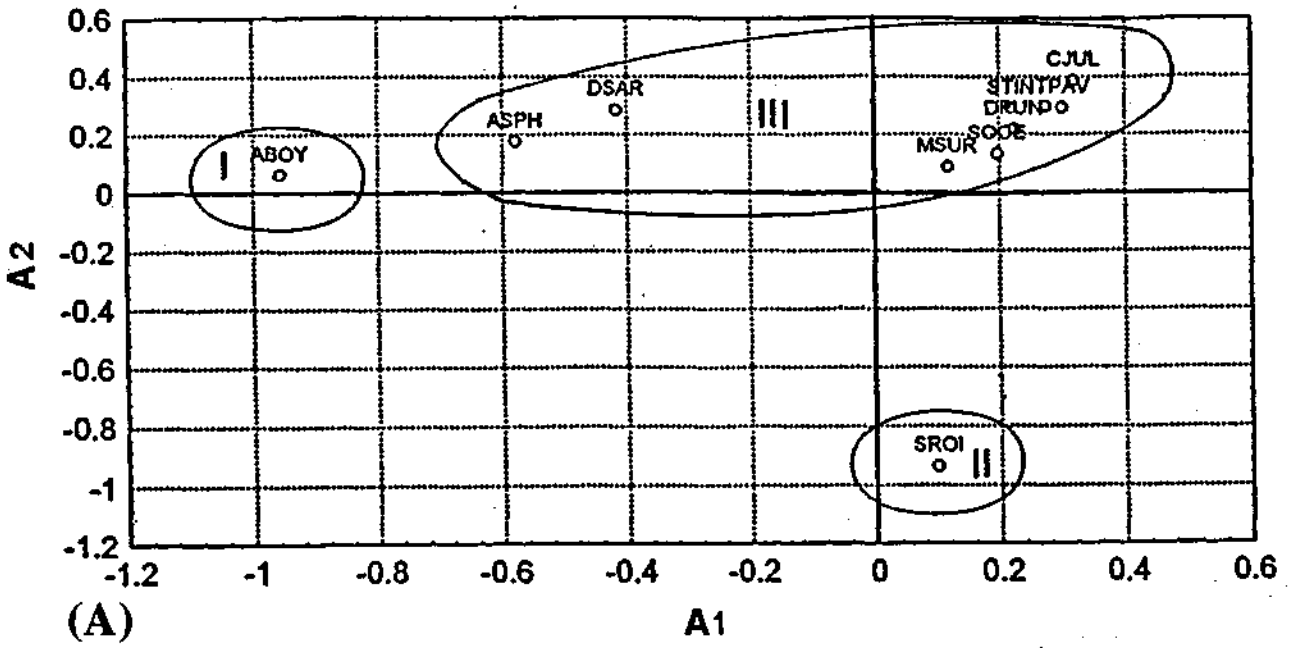
Tab. 2 - Profondità di rinvenimento, posizione nella colonna d'acqua, struttura sociale e gruppo di appartenenza in base all'analisi delle componenti principali (PCA) dei giovanili nelle acque strettamente costiere (0-3 m di profondità) dell'area di studio.

Depth, position in the water column, social structure and group of appartenence (clusters of PCA) for the juveniles in the shallow waters (0-3 m depth) of the considered area.

SPECIE	PROFONDITA' (m)						POSIZIONE NELLA COLONNA D'ACQUA	STRUTTURA SOCIALE	ACP	
giovanili in insediamento	*0,5*	*1*	*1,5*	*2*	*2,5*	*3*			**specie**	**gruppo**
Diplodus sargus	----------						*C*	*2-3*	*DSAR*	*III*
Diplodus vulgaris	----------						*C*	*2*	*DVUL*	*III*
Diplodus puntazzo	----------						*C*	*2*	*DPUN*	*III*
Lithognathus mormirus	----------						*C*	*2*	*LMOR*	*III*
Oblada melanura	----------						*A*	*3*	*OMEL*	*I*
Chromis chromis	----------						*B*	*3*	*CCHR*	*I*
Mullus surmuletus	----------						*C*	*2*	*MSUR*	*III*
Aphia minuta		----------					*B*	*2-3*	*AMIN*	*I*
Atherina hepsetus		----------					*A*	*3*	*AHEP*	*I*
Sarpa salpa		----------					*B*	*2-3*	*SSAL*	*I*
Atherina boyeri			----------				*A*	*2*	*ABOY*	*I*
Pagellus bogaraveo			----------				*A*	*2*	*PBOG*	*I*
Boops boops			----------				*A*	*2*	*BBOO*	*I*
Symphodus tinca			----------	----------	----------		*C*	*2*	*STIN*	*III*
Diplodus annularis			----------	----------	----------	----------	*C*	*2*	*DANU*	*II*
Serranus cabrilla						----------	*C*	*1*	*SCAB*	*II*
giovanili insediati	*0,5*	*1*	*1,5*	*2*	*2,5*	*3*				
Aidablennius sphynx	----------						*C*	*1*	*ASPH*	*III*
Symphodus roissali		----------	----------				*C*	*2*	*SROI*	*II*
Thalassoma pavo			----------				*C*	*1*	*TPAV*	*III*
Pagrus pagrus pagrus			----------				*C*	*2*	*PPAG*	*II*
Dicentrarcus labrax			----------	----------			*A*	*2*	*DLAB*	*I*
Symphodus ocellatus			----------	----------			*C*	*1-2*	*SOCE*	*III*
Spondyliosoma cantharus				----------	----------	----------	*C*	*1*	*SCAN*	*II*
Pagellus erythrinus				----------	----------	----------	*C*	*2*	*PERY*	*III*
Symphodus rostratus					----------	----------	*C*	*2*	*SROS*	*II*
Symphodus cinereus					----------	----------	*C*	*1*	*SCIN*	*III*
Coris julis						----------	*C*	*2*	*CJUL*	*III*

Legenda:

POSIZIONE NELLA COLONNA D'ACQUA	*GRUPPO DI APPARTENENZA PCA*	*STRUTTURA SOCIALE*
A: nella parte superiore	*I: giovanili che rimangono nella colonna d'acqua*	*1 : esemplari solitari*
B: a metà	*II: giovanili a reclutamento bentico su P. oceanica*	*2 : esemplari in piccoli gruppi, da 2 a 50 individui*
C: vicino al fondo	*III: giovanili a reclutamento bentico non su P. oceanica*	*3 : esemplari in gruppi numerosi, più di 50 individui*



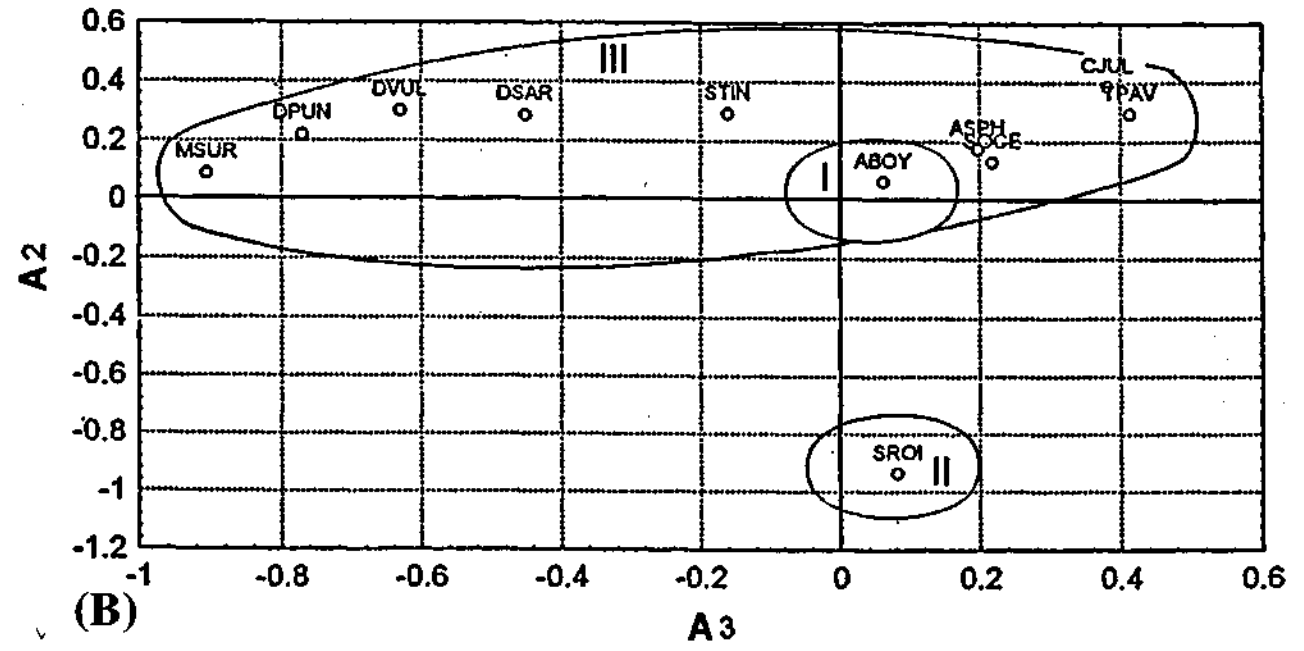


Fig. 1 - Analisi delle componenti principali dei dati relativi ai micro-habitat di insediamento dei giovanili delle diverse specie. Le abbreviazioni e il gruppo di appartenenza delle specie sono presentate in tabella 2.
1a: piano costituito dai primi due assi;
1b: piano costituito dal terzo e dal secondo asse;
La specie-*A. boyeri* (ABOY) rappresenta graficamente la posizione di tutte le specie del gruppo I, mentre *S. roissali* (SROI), quella delle specie appartenti al gruppo II.
Gruppo I: specie che, pur stazionando molto vicine alla riva, rimangono nella colonna d'acqua;
Gruppo II: specie strettamente legate a *Posidonia oceanica*;
Gruppo III: specie a reclutamento bento-nectonico su fondi senza posidonia.

Principal Component Analysis of the juveniles settlement based on the microhabitat data. The abbreviations and the group of belonging of the species are showed in tab. 2.
1a: plane generated by the two first axes;
1b: plane generated by the third and the second axis; *A.boyeri* (ABOY) represents graphically the position of all the species of the group I, *S.roissali* that of the species belonging to the group II.
Group I: species stay in the water column, but very near to the shore.
Group II: species strictly linked to *Posidonia oceanica*;
Group III: species with bentonectonic settlement on bottoms without *Posidonia oceanica*.

Le informazioni sul tipo di comportamento sociale dei giovanili delle specie studiate costituiscono un contributo alle conoscenze su questa fase del ciclo vitale in ambiente naturale.

In alcuni casi giovanili di specie diverse scelgono ambienti simili; ciò può avvenire in momenti diversi dell'anno, come evidenziato per gli appartenti al genere *Diplodus* (Tunesi *et al.*, 1996), lasciando ipotizzare la scelta di strategie atte ad evitare o a ridurre al minimo la competizione diretta per le stesse risorse (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995), oppure nello stesso periodo. In questo secondo caso si verifica la copresenza di giovanili di specie diverse negli stessi ambienti, con la possibile costituzione di banchi misti.

Le osservazioni condotte hanno evidenziato per diverse specie una marcata separazione tra gli habitat di arrivo e quelli frequentati dagli adulti, come nel caso dei giovanili del genere *Diplodus*.

L'analisi delle componenti principali identifica nella differenza tra insediamento bentico e nectonico il fattore di maggior importanza nella spiegazione della variabilità del sistema, al quale fa seguire la presenza di *Posidonia oceanica*; il terzo asse ordina le specie in funzione dell'importanza della voce sabbia/ghiaia nei confronti del substrato duro. Quindi, per le specie ad insediamento bento-nectonico che non scelgono la posidonia, il tipo di ricoprimento algale e l'inclinazione del substrato sembrano avere peso minore.

I risultati evidenziano la notevole importanza dei microhabitat superficiali per l'insediamento dei giovanili di specie ittiche, sottolineando la valenza ecologica delle acque strettamente costiere: solo 6 su 27 specie, prediligono *Posidonia oceanica*, mentre le rimanenti arrivano in ambienti siti a profondità veramente ridotte. La marcata selettività dei giovanili nella scelta dei microhabitat di insediamento pone in risalto il valore della disponibilità di questi ultimi per il successo del reclutamento. Questo aspetto ribadisce l'importanza di misure di pianificazione delle attività antropiche e di ripristino di situazioni degradate poiché, appropriate modificazioni nelle strutture degli habitat in ambito strettamente costiero possono accrescere le potenzialità di reclutamento delle aree naturali (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995).

Quanto rilevato evidenzia l'importanza della comprensione dei fattori che influenzano la sopravvivenza e la distribuzione dei giovanili, suggerendo di approfondire nuovi aspetti, quali la maggiore disponibilità di alimento e la minore incidenza della predazione nelle acque costiere.

Summary

The seasonality and microhabitat preference of fish juveniles settling in very shallow coastal waters (0-3 m depth) of Ligurian Sea were studied by visual census method between November 1993 and November 1995.

Depth, type of substratum, biotic cover and slope were recorded wherever the settlers occurred.

These informations were collected for 27 species, identifying a strong seasonality in the arrivals of the settlers with a maximum during summer and autumnal months.

The presence of juveniles of the warm-water species *Talassoma pavo*, was recorded for the first time in the Ligurian waters.

The juveniles of each studied species settled in well defined habitats. Principal Component Analysis identify the difference between nectonic and benthic settlement

as main factor to explain the variance of the system and, secondarly, the presence of *Posidonia oceanica*. Third axis orders species-points along a sand/gravel gradient, while algal cover and slope seem to have lower importance.

The strong selectivity of juveniles for settlement requirements underlines the importance of suitable microhabitats availability.

Considerations on the rule of correct management of the littoral waters for fish juveniles settlement are formulated.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Dr. Mauro Mecozzi per i consigli forniti nell'applicazione dell'analisi multivariata e il Dr. Marino Vacchi per la collaborazione nell'esecuzione dei rilevamenti subacquei.

Bibliografia

AUTORI VARI (1931-56) - *Uova, larve e stadi giovanili dei teleostei.* Fauna e Flora del Golfo di Napoli. Monogr., **38**: 1-1064.

BIANCHI C.N., MORRI C. (1994) - Southern species in the Ligurian Sea (Northern Mediterranean): new records and a review. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ. Genova,* **58-59**: 181-197.

BINI G. (1968) - *Atlante dei pesci delle coste italiane. Osteitti.* Mondo sommerso Editrice, Roma.

BROTHERS E.B., MCFARLAND W.N. (1981) - Correlations between otolith microstructure, growth, and life history transitions in newly recruited French grunts (*Haemulon flavolineatum* (Desmaret), Haemulidae. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer,* **178**: 369-374.

CARR M.H. (1989) - Effects of macroalgal assemblages on the recruitment of temperate zone reef fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **126**: 59-76.

CARR M.H. (1991) - Habitat selection and recruitment of an assemblage of temperate one reff fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **146**: 113-137.

CONNELL J.H. (1985) - The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **93**: 11-45.

DOHERTY P.J. (1991) - Spatial and temporal patterns in recruitment. In: Sale P.F. (ed.), *The ecology of fishes on coral reefs*, Academic Press, New York: 261-293.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés.* Rome, Fao: 761-1530.

GARCÍA-RUBIES A., MACPHERSON E. (1995) - Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Mar. Biol.,* **124**: 35-42.

HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE' G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations des poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol.,* **40**: 467-539.

HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., LEBOULLEUX V. (1995) - Microhabitat requirements for settlement of juvenile sperid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia,* **300/301**: 309-320.

LEBART L. (1975) - Validité des résultats en analyse des données. *Centre de recherche et de Documentation sur la Consommation*, Paris, L.L./cd N 4465: 1-157.

LEBOULLEUX V. (1992) - Recrutement benthique de six espèces de sparidés sur les côtes provençales. *Mémoire de DDA*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes: 1-68.

LEVIN P.S. (1994) - Fine-scale temporal variation in recruitment of a temperate demersal fish: the importance of settlement versus post-settlement loss. *Oecologia*, **97**: 124-133.

LINCOLN SMITH M.P., BELL J.D., CARTER C.A. (1991) - Spatial varation in abundance of recently settled rocky reef fish in southeastern Australia: implication for detecting change. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **77**: 95-103.

ORSI RELINI L., TUNESI L., PEIRANO A., RELINI G. (1985) - La pesca a strascico nella fascia costiera ligure: II - distribuzione e incidenza nel pescato di forme giovanili di pesci. *Oebalia,* **11** (2), N.S.: 509-519.

SALE P.F., DOUGLAS W.A., DOHERTY P.J. (1984) - Choice of microhabitats by coral reef fishes at settlement. *Coral Reefs,* **3**: 91-100.

TORTONESE E. (1975) - *Osteichthyes (pesci ossei). Parte Seconda.* Fauna d'Italia. XI. Edizioni Calderini, Bologna: 1-636.

TUNESI L. (1994) - Presenza di giovanili di specie ittiche necto-bentiche nelle acque costiere del Golfo Tigullio (Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 315-316.
TUNESI L., DIVIACCO G. (1993) - Environmental and socio-economic criteria for the establishment of marine coastal parks. *Intern. J. Environmental Studies*, **43**: 253-259.
TUNESI L., VACCHI M., MORI M. (1996) - Osservazioni sugli stadi giovanili del genere *Diplodus* nelle acque del Golfo Tigullio (Mar Ligure). *Atti XI Congr. A.I.O.L.*: 213-224.
VICTOR B.C. (1986) - Larval settlement and juvenile mortality in a recruitment-limited coral reef fish population. *Ecol. Monogr.*, **56**: 145-160.
WILLIAM D.Mc.B, SALE P.F. (1981) - Spatial and temporal patterns of recruitment of juvenile coral reef fishes to coral habitats within One Tree lagoon, Great Barrier Reef. *Mar. Biol.*, **65**: 245-253.

Lavoro eseguito con il contributo della Commissione Europea (DG XIV MED/92/007).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 291-297

G. D'ONGHIA, A. TURSI, M. BASANISI, F. MASTROTOTARO

Department of Zoology, University, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italy.

COMMERCIAL TRAWLING, DISCARDS AND RECRUITMENT FROM A FISHERY OF THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA

RECLUTAMENTO E SCARTI DELLA PESCA A STRASCICO IN UNA MARINERIA DEL MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE

Abstract

Information on discards and recruitment for some ichthyic species, from commercial trawl fishing in the north-western Ionian Sea, is reported. Data were collected on board of two vessels, each month between November 1992 and September 1993.

Although the highest percentage of recruits was observed during spring, the contribution of the recruitment to the commercial yield presented monthly variability according to the catch composition, depth and season. The hake is the only commercial ichthyic species whose recruits are shared between marketable and discards.

Key-words: Recruitment, discards, commercial trawling, Ionian Sea.

Introduction

Discards are represented by the species thrown back into the sea during commercial fishing. The discards consist mainly of the individuals belonging to species without commercial value and undersized individuals (generally recruits) of commercial species. Although discards may be found in all gear types, the greatest impact comes from bottom trawling.

The aim of this paper is to provide information on the "trawling/recruitment" impact in some of the most abundant demersal ichthyic species caught during commercial fishing in the Taranto fishery (north-western Ionian Sea). This fishery is represented by about 50 trawlers smaller than 10 tons gross tonnage, which operate daily, and six around 50 tons gross tonnage which carry out longer trips (up to five days) on more distant grounds (Tursi *et al.*, 1993). In the Gulf of Taranto, between Taranto and Schiavonea, fishing is carried out targetting mainly hake (*Merluccius merluccius*) and white shrimp (*Parapenaeus longirostris*) throughout the year and red mullet (*Mullus barbatus*) during August-September.

Trawling is not suitable at depths greater than 400 m in this zone because of very muddy bottoms. In fact, deep-water shrimps, Aristeus antennatus and *Aristaeomorpha foliacea*, are generally caught in the Taranto fishery towards the eastern side of the Gulf (Tursi *et al.*, 1994).

Materials and methods

Data were collected in the context of an EC study project on one day of commercial fishing, every month, between November 1992 and September 1993. Two different professional trawlers were used (50 and 9.8 tons gross tonnage (GRT) with otter trawl nylon net Italian type). One scientist observed the regular fishing operations on board of each trawler without interfering with the fishing crew decisions concerning investigated depth, duration of haul or selection criterion of the species and individuals.

For each haul the individuals fished were counted and an average number per hour was estimated. Weight of catch by species was recorded, for both marketable and discards.

Data related to the most abundant commercial species caught in the study area are reported: hake (*Merluccius merluccius*), blue whiting (*Micromesistius poutassou*), greater forkbeard (*Phycis blennoides*), rockfish (*Helicolenus dactylopterus*), four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*), atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*). Specimens smaller than 12 cm for gadiforms and 10 cm for all other species were considered to be recruits (Bello & Rizzi, 1988; D'Onghia *et al.*, 1989, 1992, 1996).

For these species the contribution of recruitment to the catch, both in terms of marketable and discards, was evaluated by season, depth and type of vessel.

Results

The recruitment by season of each species as a numerical contribution to the total catch for both vessels is presented in Fig. 1.

The spring appears to be the season in which the highest percentages of recruits were observed. A remarkable summer recruitment was shown for *Trachurus trachurus* while the recruits of *Merluccius merluccius* were found throughout the year with the highest percentage during winter.

The presence of recruits throughout the year in hake is linked to the virtually continuous spawning of the species and thus to a continuous presence of very small specimens (D'Onghia *et al.*, 1995). In the other species, such as rockfish and four-spotted megrim, although recruitment seems to be discrete during spring, the prolonged finding of specimens smaller than 10 cm is due to a slow growth up to this size after recruitment (D'Onghia *et al.*, 1996; Bello & Rizzi, 1988).

Concerning depth, recruits of hake were mainly caught on the continental shelf (<200 m) which represents the exclusive ground for the recruits of atlantic horse mackerel. The bulk of recruitment in blue whiting and greater forkbeard was on the epibathyal bottoms (200-400 m). In rockfish and four-spotted megrim recruits were caught on a wide depth range according to their growth (Fig. 2).

Considering only the catch of recruits for the vessel of 50 GRT, during autumn and winter the catch of the recruits was mainly represented by hake and to a lesser extent by four-spotted megrim and rockfish. In both seasons this catch was almost completely discarded (Fig. 3). The recruitment contribution to the catch was provided by the various species during spring and summer. This contribution, apart from a fraction of a marketable recruits of hake, was totally discarded.

With regard to the vessel of 10 GRT the recruitment contribution to the catch was characterized by the abundance of a single species which varied according to the season. Particularly, during autumn and winter hake dominated in the catch of the recruits. Apart from a small fraction discarded in winter, the individuals were generally marketable (Fig. 3).

During spring blue whiting juveniles constituted the bulk of recruitment catch which was totally rejected.

In summer, recruits of atlantic horse mackerel provided the highest percentage in the catch of juveniles and also in this case they were discarded as a whole.

Concerning the catch composition of hake obtained from 50 GRT vessel a clear difference in size was observed between discards and marketable during some months. The individuals generally discarded were smaller than 160 mm. However,

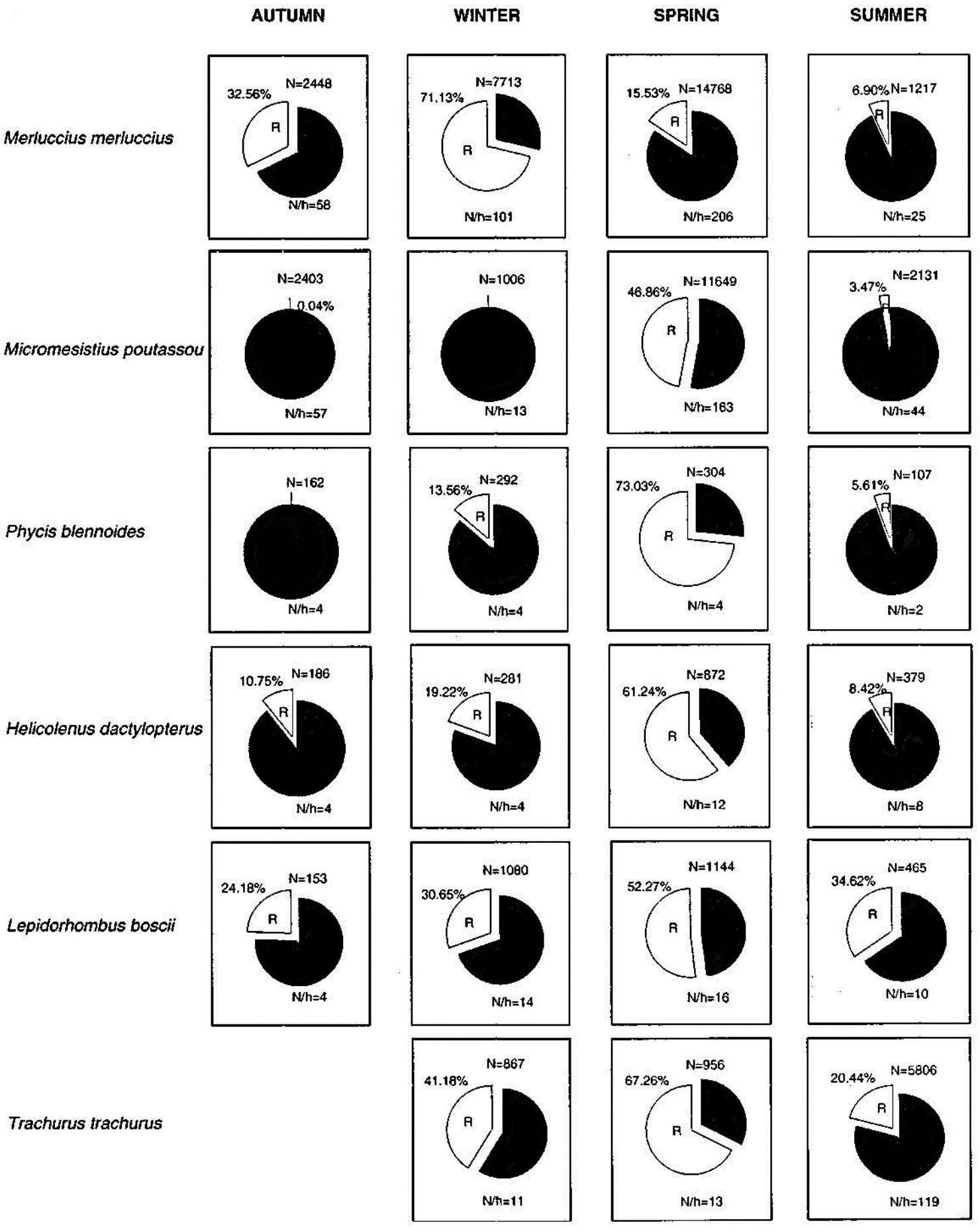


Fig. 1 - Total number (N), average number per hour (N/h) and percentage contribution of recruitment (R) by season of the most abundant commercial ichthyic species caught in the north-western Ionian Sea from November 1992 to September 1993.

Numero totale (N), numero medio per ora (N/h) e contributo percentuale del reclutamento (R) per stagione, delle più abbondanti specie ittiche commerciali catturate nel Mar Ionio nord-occidentale da Novembre 1992 a Settembre 1993.

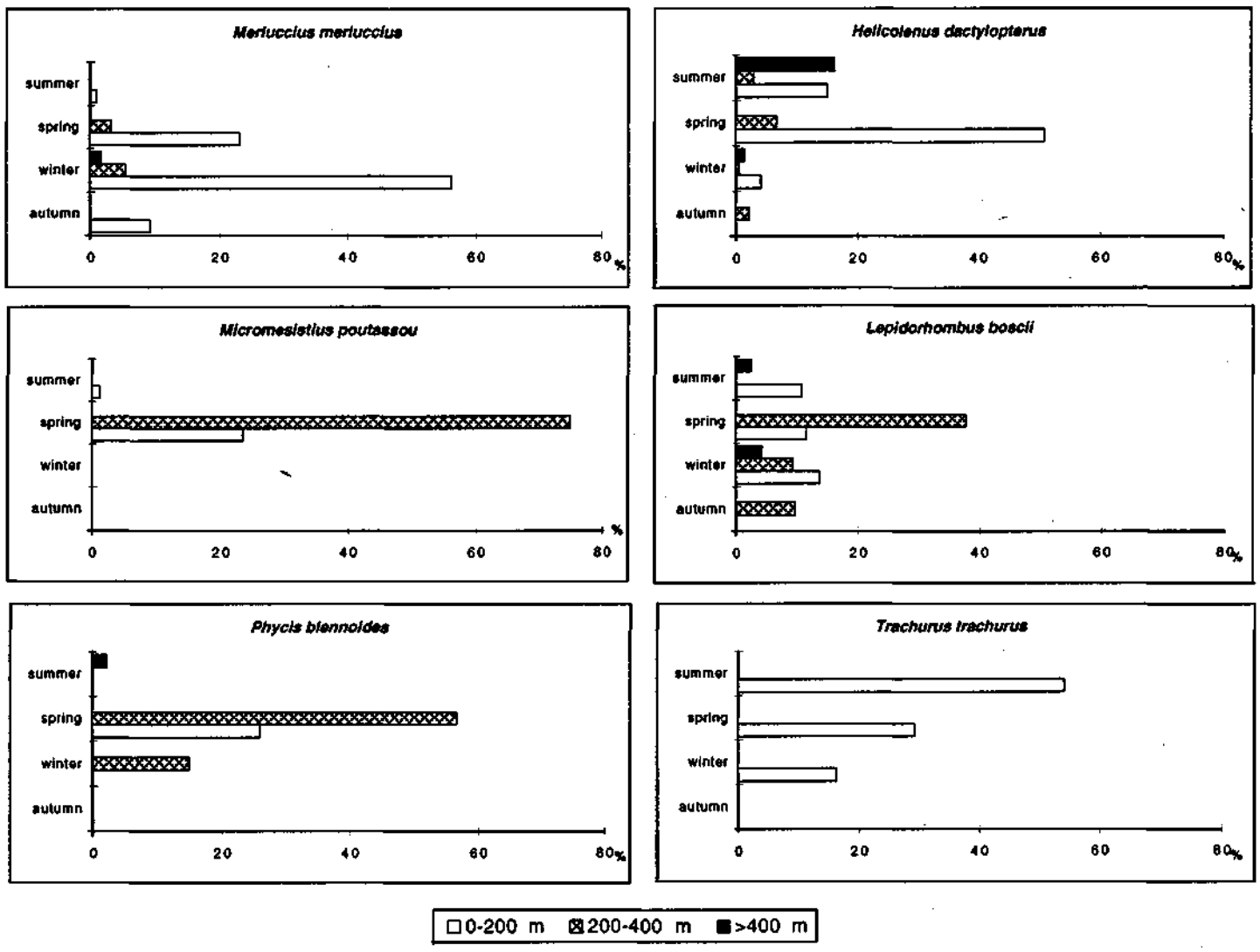


Fig. 2 - Bathymetric distribution by season of recruits of the most abundant commercial ichthyic species caught in the north-western Ionian Sea from November 1992 to September 1993.

Distribuzione batimetrica per stagione delle reclute delle più abbondanti specie ittiche commerciali catturate nel Mar Ionio nord-occidentale da Novembre 1992 a Settembre 1993.

an overlap in length around 110-160 mm was observed between discards and marketable during some surveys. In fact, during the selection on board, since the flesh of hake is rather frail, individuals whose sizes are between the limit of discards and marketable can be rejected or landed according to their state of preservation.

With regard to the 10 GRT vessel, all the individuals, at whatever size, were landed in the first two cruises and during June and August while the contribution of individuals to discards and marketable was rather variable in the other months. The discards were generally represented by specimens smaller than 140 mm. A higher fraction of these specimens were marketable in the small vessel than in the large one.

The total catch of individuals, of the species here considered, was 45.4% marketable and 54.6% discards (Fig. 4). Recruits represented 47.2% of discards and only 16.6% of the marketable catch which was exclusively hake.

With regard to the weight, the catch was 77.2% marketable and 22.8% discards (Fig. 4). Recruits constituted 24.3% by weight of discards and 2.3% of marketable. This latter percentage, as previously stated, was represented by hake.

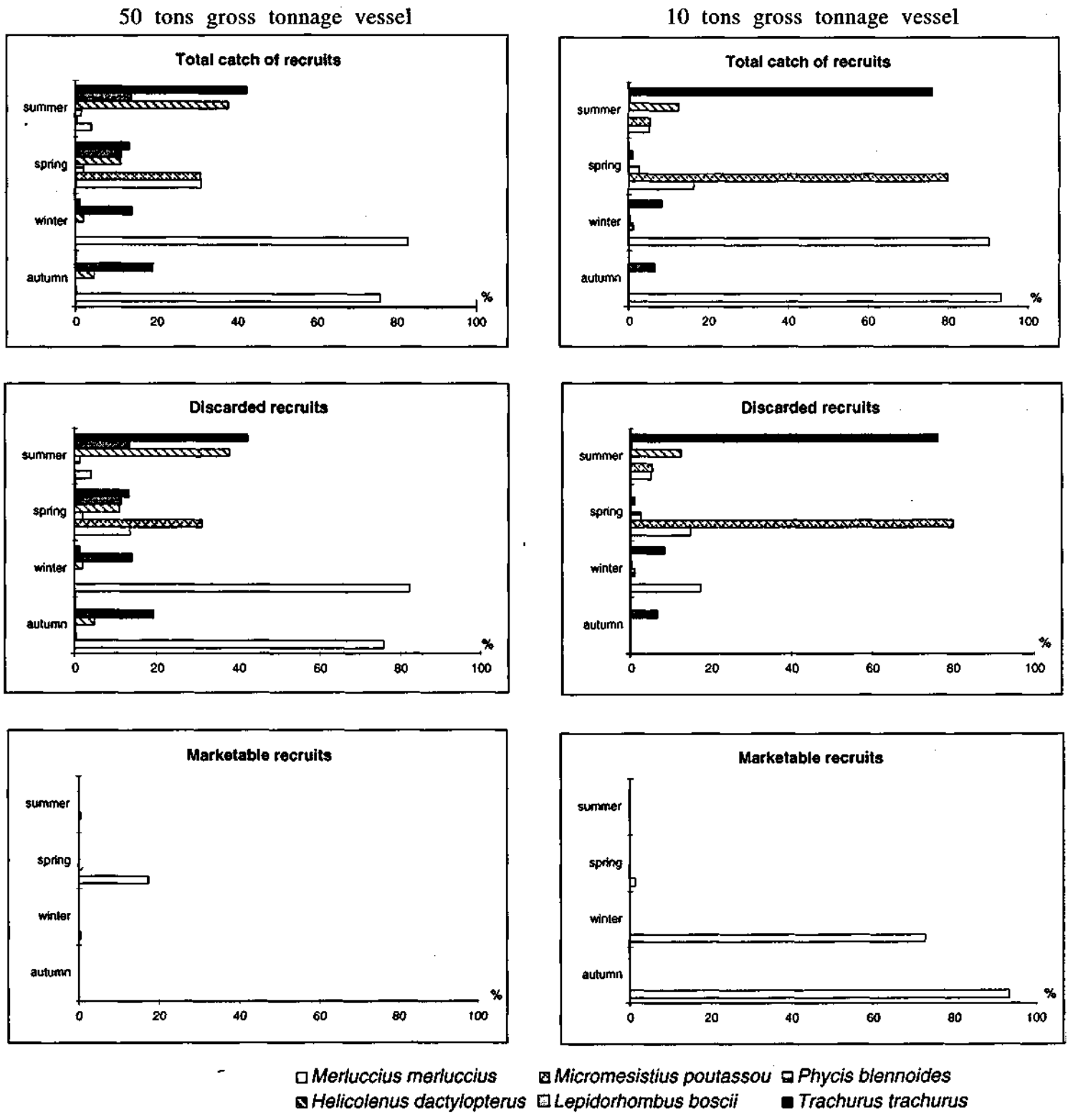


Fig. 3 - Percentage composition by season of the recruits as total catch, discards and marketable, for two different GRT vessels, of the most abundant commercial ichthyic species caught in the north-western Ionian Sea from November 1992 to September 1993.

Composizione percentuale per stagione delle reclute nella cattura totale, scarto e commerciale, delle più abbondanti specie ittiche commerciali catturate nel Mar Ionio nord-occidentale da Novembre 1992 a Settembre 1993, da due imbarcazioni di differente stazza lorda.

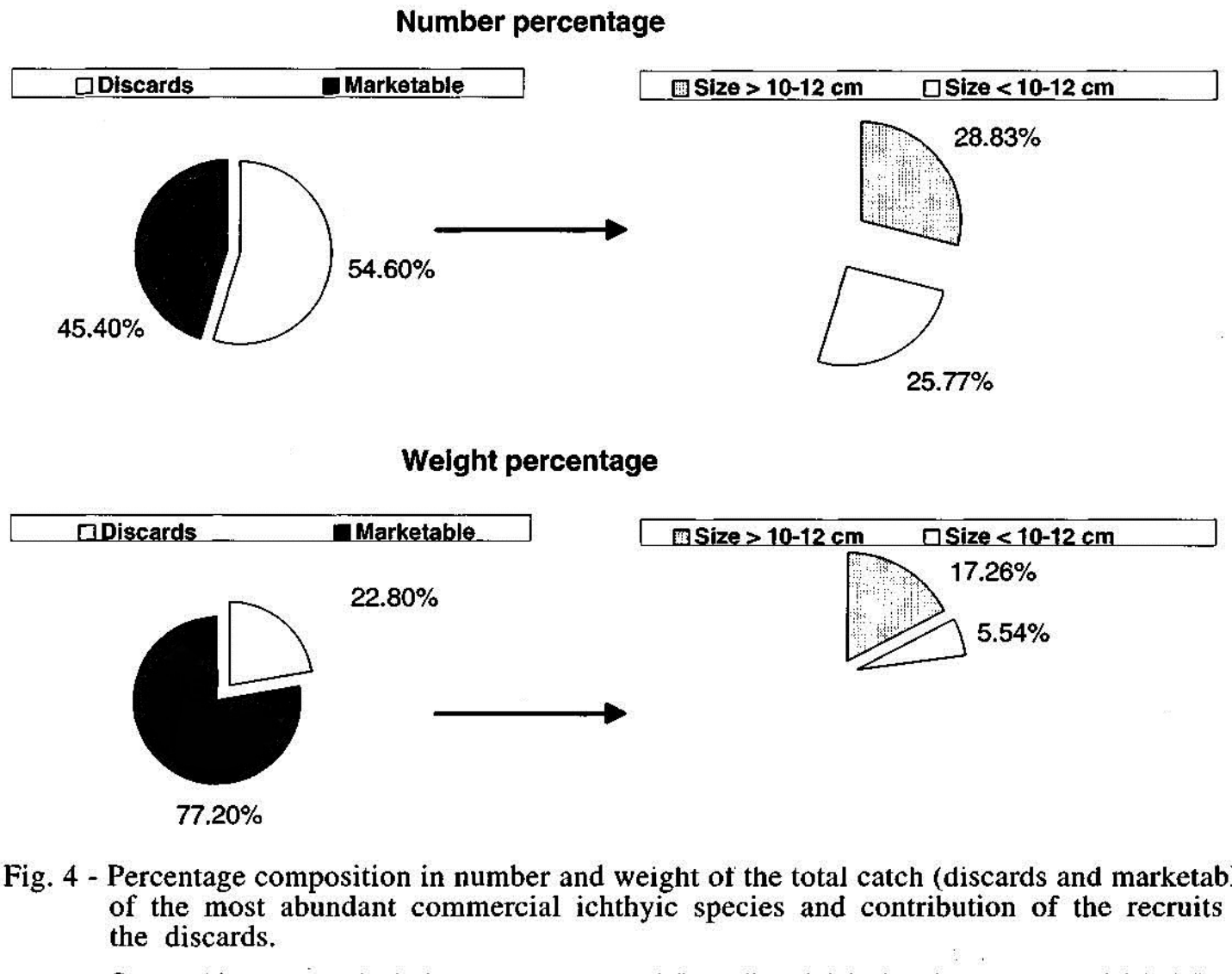


Fig. 4 - Percentage composition in number and weight of the total catch (discards and marketable) of the most abundant commercial ichthyic species and contribution of the recruits to the discards.

Composizione percentuale in numero e peso della cattura totale (scarto e commerciale) delle più abbondanti specie ittiche commerciali e contributo percentuale delle reclute nello scarto.

Discussion and conclusions

Juveniles of demersal species provide a remarkable contribution to the catch of trawling throughout the Mediterranean (Bombace, 1995). Data collected in the Gulf of Taranto by two sample vessels and analysed for very small sizes, show that such a contribution is notable by number and less important by weight. Data confirm the high fishing mortality on juveniles and the negative impact of trawling, mainly in the effect on the yield per recruit (Caddy, 1993). Moreover, apart from hake, during commercial fishing these juveniles are generally discarded. Their presence in the catch is variable according to depth and season. Their presence in discards during the year depends on reproduction periods and the growth patterns of the various species.

The hake is the only commercial ichthyic species the recruits of which are shared between marketable and discards. This can be linked to various factors among which the social status of the crew and organization of the fishery. If the vessel is carrying out a fishing trip of several days, the fishermen avoid filling the freezer with small sizes of low commercial value which are also subject to faster deterioration than large sizes. On the contrary, in the case of daily fishing, the fishermen probably will be interested in keeping even small sizes which can increase earnings. Consequently, the minimum marketable size for hake varies from

big vessels to small ones and explains the reason for the widespread transgression of the law by mainly small trawlers for which respecting the present legal mesh size (40 mm stretched), in agreement with Piccinetti (1989), would imply economic losses in the short term. However, the criterion of selection by fishermen on board can change according to the abundance of the catch. So that, as shown during spring in the Gulf of Taranto, big trawlers also land small hake.

The degree of "trawling/recruitment" impact makes the understanding of recruitment and its links to the mesh size and fleet dynamics of great importance.

Riassunto

A partire da Novembre 1992 e fino a Settembre 1993 sono state raccolte informazioni, direttamente a bordo, sulle catture della pesca a strascico realizzate nella marineria di Taranto. Sebbene la più alta percentuale di individui molto piccoli sia stata riscontrata in primavera, il contributo del reclutamento alla cattura commerciale ha mostrato variazioni legate alla composizione specifica, alla profondità ed alla stagione. Nel contesto delle specie rinvenute, il nasello è l'unica specie le cui reclute possono essere commercializzate sebbene con variazioni dipendenti dall'abbondanza delle catture e dalla tipologia dell'imbarcazione.

Bibliography

BELLO G., RIZZI E. (1988) - On the growth of the four-spotted scaldfish, *Lepidorhombus boscii,* from the southern Adriatic. *FAO Fish. Rep.*, **394**: 142-146.

BOMBACE G. (1995) - Ambiente, pesca e risorse marine. *Atti Conv. Lincei*, 118: 29-80.

CADDY J. F. (1993) - Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 121-130.

D'ONGHIA G, MASTROTOTARO F., PANZA M. (1996) - On the growth and mortality of rockfish, *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche 1809), from the Ionian Sea. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 143-152.

D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A. (1992) - Biologia di *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809): distribuzione ed accrescimento sui fondi batiali del Mar Jonio. *Oebalia*, **17** (Suppl.): 129-131.

D'ONGHIA G., TURSI A., MATARRESE A., POLLICORO R., CAROPPO C. (1989) - Alcuni aspetti biologici e gestionali della pesca di *Merluccius merluccius, Micromesistius poutassou, Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar Jonio. *Nova Thalassia*, **10** (Suppl.) 1: 417-424.

D'ONGHIA G., TURSI A., MATARRESE A., SION L. (1995) - Population dynamics of *Merluccius merluccius* (L., 1758) from the northern Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Ann. Inst. Océan., Paris,* **71** (1): 35-44.

PICCINETTI C. (1989) - Recenti contributi della ricerca alla gestione della pesca. *Nova Thalassia,* **10** (Suppl. 1): 81-91.

TURSI A., MATARRESE A., PISCITELLI G., D'ONGHIA G., SION L., PANETTA P., MAIORANO P., DEFLORIO M., BASANISI M., PANZA M., LEO L. (1993) - Length and age composition of ichthyic species present in discards from commercial fishing in the Ionian Sea. *EEC Research Programme 1992/14. Final Report:* 183 pp.

TURSI A., MATARRESE A., D'ONGHIA G., PANZA M., SION L., MAIORANO P. (1994) - Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Capo d'Otranto - Capo Spartivento). *Biol. Mar. Medit.* **1** (2): 95-104.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 298-300

G. FRANCESCHINI, I.R.B. MCFADZEN*, D.V.P. CONWAY*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
V. Stazione, 5 - 30015 Chioggia, Italia.
*NERC/PML, Inghilterra.

DATI PRELIMINARI SULLE CONDIZIONI NUTRIZIONALI DELLE LARVE DI ACCIUGA (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS* L.) NELLE ACQUE PROSPICIENTI IL DELTA DEL PO (CAMPAGNA "A.L.I.C.E. '95")

PRELIMINARY DATA ON INDICES OF NUTRITIONAL CONDITION OF ANCHOVY LARVAE (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS* L.) IN THE OUTFLOW OF THE RIVER PO (CRUISE "A.L.I.C.E. '95")

Abstract

Preliminary observation on the histology and growth of anchovy larvae sampled along an inshore-offshore transect in the outflow of the river Po showed larvae to be in relatively poorer nutritional condition at the offshore stations where food availability was lower than at the inshore ones.

Key-words: larval condition, nutritional indices, growth.

Introduzione

Il programma "A.L.I.C.E." (Anchovy Larvae In Contrasting Environments) è una ricerca biennale (1995/1996) sulla condizione degli stadi larvali dell'acciuga (*E. encrasicolus* L.) nell'Adriatico Settentrionale.

Oltre alle attività sul campo, lo studio ha previsto un lavoro sperimentale complementare e parallelo in laboratorio per lo sviluppo e la validazione degli indici di condizione nutrizionale.

Una serie di indici istologici e di misurazioni della crescita larvale (letture degli otoliti) è stata usata per valutare la condizione nutrizionale delle larve di acciuga in stazioni selezionate lungo un transetto influenzato dalle acque del fiume Po, in una crociera pilota nell'Agosto '95. Nelle stesse stazioni sono stati inoltre misurati diversi parametri ambientali, tra cui la disponibilità di cibo per le larve (microzooplancton), per avere un riscontro alle stime di condizione larvale.

Materiali e metodi

Le condizioni nutrizionali delle larve di acciuga sono state classificate a seconda dello stato delle cellule di tre tessuti rappresentativi (fegato, intestino medio e muscoli del tronco), utilizzando un insieme di tecniche istochimiche e di microscopia quantitativa (O'Connell, 1976; Theilacker e Watanabe, 1989; McFadzen *et al.*, 1994).

Le sagitte delle larve sono state estratte con tecnica manuale (Romanelli *et al.*, 1996), mentre la lettura degli anelli di accrescimento è stata eseguita secondo quanto descritto in Palomera *et al.* (1988).

Risultati e discussione

Le degenerazioni del tratto digerente e del fegato sono evidenziabili dopo periodi relativamente brevi di denutrizione (6-12 ore; McFadzen *et al.*, 1994). Il fegato delle larve in buone condizioni nutrizionali era caratterizzato da epatociti con numerosi vacuoli intracellulari ricchi di glicogeno. L'incidenza di larve con epatociti sprovvisti di vacuoli con glicogeno era significativamente più elevata nella stazione al largo ($P \leq 0.01$), dove la disponibilità di cibo era minore, rispetto a quella sottocosta. Lo stato nutrizionale riflette anche il ritmo (nell'arco delle 24 h) al quale le larve si cibano: le riserve immagazzinate nel fegato, infatti, vengono deposte durante il giorno subito dopo periodi di intensa alimentazione, per essere utilizzate la notte, al cessare di tale attività.

Nel tratto digerente, a caratterizzare uno stato di malnutrizione, è stata riscontrata atrofia degli enterociti, con numerosi vacuoli intracellulari, ridotta altezza delle cellule e necrosi irreversibile conducente al distacco delle cellule stesse. In tutte le larve, indipendentemente dalla loro classificazione sotto il profilo della condizione nutrizionale, è stato possibile evidenziare corpi di inclusione sopranucleare nelle cellule dell'intestino posteriore, indicativi almeno di un certo periodo di alimentazione precedente. Le descritte alterazioni delle cellule del tessuto epatico e dell'intestino medio sono risultate essere prevalenti nelle larve con Lunghezza Standard <8 mm, in modo particolare nella stazione al largo. I muscoli del tronco, invece, paragonati con gli altri tessuti presi in considerazione, mostrano risposte più lente rispetto al tipo di regime nutrizionale precedente (>2 giorni), e dalle analisi condotte emerge che il tessuto muscolare, indipendentemente dalla stazione e dall'ora del campionamento, è sempre in buone condizioni.

In totale, circa il 9% delle larve (<9 mm LS) prese sottocosta sono state classificate come denutrite, contro il 23% di quelle al largo per LS comparabili. I risultati degli esami mostrano quindi una condizione generalmente peggiore nella stazione al largo ($P \leq 0.005$), dove la disponibilità di cibo è risultata minore rispetto a quella sottocosta; questa condizione, inoltre, è da attribuire esclusivamente al basso tenore in particelle alimentari e non a malattie o infezioni da parassiti.

Un riscontro a questi risultati viene dalle curve di crescita di larve campionate nelle due stazioni, ottenute adattando una funzione Laird-Gompertz (Palomera *et al.*, 1988) ai dati provenienti dalle letture degli anelli di accrescimento giornalieri presenti nelle sagitte: il tasso istantaneo di crescita delle larve sottocosta è infatti maggiore di quelle al largo (Tab. 1).

Tab. 1 - Curva di crescita delle larve e parametri stimati per le due stazioni.

Growth curve and growth parameters estimate for the two stations.

Funzione Laird-Gompertz	**Sottocosta**	**Largo**
$y=l_0*\exp((a/b)*(1-\exp(-b*x)))$	a=0.251 b=0.267 l_0=3.76	a=0.187 b=0.155 l_0=4.13
Varianza spiegata	93.4%	91.9%
R	0.966	0.958

a: tasso istantaneo di crescita; **b**: tasso istantaneo di decremento di a; $\mathbf{l_0}$: lunghezza della larva alla deposizione del primo anello di accrescimento.

a: instantaneous growth rate; **b**: instantaneous rate of decrease in growth rate; $\mathbf{l_0}$: larval length at deposition of first ring.

Per quanto concerne il lavoro svolto in laboratorio, il disegno sperimentale è stato concepito per identificare alterazioni nella struttura tissutale attribuibile a mancanza di cibo, con particolare riguardo a cambiamenti nel tratto digestivo. Le larve sono state sottoposte a vari regimi di alimentazione, ed i risultati iniziali mostrano che le condizioni nutrizionali ed il tasso di sopravvivenza delle larve nutrite con plancton naturale sono maggiori di quelle alimentate con colture del rotifero *Brachionus plicatilis*.

Bibliografia

MCFADZEN I.R.B., LOWE D.M., COOMBS S.H. (1994) - Histological changes in starved turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) quantified by digital image analysis. *Journal of Fish. Biology,* **44**: 255-262.

O'CONNELL C.P. (1976) - Histological criteria for diagnosing the starving condition in early post yolk-sac larvae of the northern anchovy, *Engraulis mordax. Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **25**: 285-312.

PALOMERA I., MORALES-NIN B., LLEONART J. (1988) - Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Western Mediterranean Sea. *Marine Biology,* **99**: 283-291.

ROMANELLI M., FRANCESCHINI G., GIOVANARDI O. (1996) - Prove di estrazione di otoliti in giovani larve di alice *Engraulis encrasicholus* (L.), e lettura dei microincrementi giornalieri. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 571-572.

THEILACKER G.H., WATANABE Y. (1989) - Midgut cell heigth defines nutritional status of laboratory raised larval northern anchovy, *Engraulis mordax. Fish Bull. U.S.,* **87**: 457-469.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 301-302

O. GIOVANARDI, S.H. COOMBS*, L. MANZUETO, D.V.P. CONWAY*,
N.C. HALLIDAY, C.D. BARRETT

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
V. Stazione, 5 - 30015 Chioggia, Italia.
*NERC/PML, Inghilterra.

DISTRIBUZIONE VERTICALE ED ORIZZONTALE DI UOVA E LARVE DI ACCIUGA (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS* L.), DEL MICROZOOPLANCTON E DEL PARTICELLATO NELLE ACQUE PROSPICIENTI IL DELTA DEL PO (CAMPAGNA "A.L.I.C.E. '95")

VERTICAL AND HORIZONTAL DISTRIBUTION OF ANCHOVY (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS* L.) EGGS AND LARVAE, OF MICROZOOPLANKTON AND PARTICULATE IN THE OUTFLOW OF THE RIVER PO ("A.L.I.C.E. '95" CRUISE)

Abstract

Preliminary sampling along an inshore-offshore transect in the outflow of the river Po showed inshore stations to have twice the level of food abundance as the offshore ones. Vertically, the peak abundance of anchovy larvae occurred at the same depths (6-8 m) as the higher concentrations of microzooplankton.

Key-words: anchovy, Adriatic sea, larval distribution.

Introduzione

Il programma "A.L.I.C.E." (Anchovy Larvae In Contrasting Environments) è una ricerca biennale (1995/1996) sulla condizione degli stadi larvali dell'acciuga (*E. encrasicolus* L.) nell'Adriatico Settentrionale. Il punto centrale dello studio è la misurazione della condizione delle larve, come indice di sopravvivenza potenziale, e la disponibilità di cibo prima e dopo cambiamenti nella struttura verticale del microzooplankton dovuta ad eventi di rimescolamento. La ricerca prevede anche un lavoro sperimentale complementare e parallelo in laboratorio, per lo sviluppo e la validazione degli indici di condizione nutrizionale. Un survey preliminare è stato condotto nell'agosto '95 lungo un transetto ortogonale alla foce del fiume Po, allo scopo di individuare due siti dalle caratteristiche contrastanti in cui effettuare campionamenti mirati giorno/notte delle larve per analisi di condizione (istologiche, di composizione elementare e di accrescimento giornaliero tramite letture di otoliti) e di alimentazione (contenuti stomacali).

Materiali e metodi

Diverse metodologie sono state impiegate per la caratterizzazione in tempo quasi reale dell'idrografia su scala regionale (CTD, "Undulator" e immagini via satellite), delle dimensioni del particellato sospeso (Coulter Counter), della disponibilità di cibo (retini da microplancton) e della distribuzione dell'ittioplancton (Bongo 20 e 30). I risultati di questi campionamenti hanno permesso di scegliere due siti contrastanti nei quali effettuare misure di produzione secondaria (produzione giornaliera di uova di copepodi) e campionamenti intensivi giorno/notte

delle larve per le analisi di condizione (valutate istologicamente, dalla composizione elementare e dagli anelli giornalieri di accrescimento degli otoliti) e lo studio dell'alimentazione (analisi dei contenuti stomacali). La corrispondenza tra uova, larve ed aggregati planctonici, infine, è stata misurata con campionamenti per strati verticali (LHPR).

Risultati e discussione

I risultati mostrano un pennacchio che si estende dalla foce del Po verso il largo, composto da acqua relativamente calda, molto torbida e poco salina, ad alto carico di particellato ed elevati livelli di clorofilla *a*. I campionamenti planctonici hanno rivelato un picco nella concentrazione delle uova di acciuga (1817/m^2) in una zona frontale verso l'estremità sottocosta del transetto, dove meno forte è l'influenza dell'acqua di origine fluviale. Le larve (soprattutto con Lunghezza Standard fino a 9 mm) si estendono da questa zona verso il largo, con abbondanze comprese tra 124 e 256 ind/m^2, rimanendo a concentrazioni sensibilmente inferiori (60 ind/m^2; 3-6 mm LS) nell'area a bassa salinità più vicina alla costa. Le uova sono concentrate generalmente nei primi 20 m della colonna d'acqua, con un massimo tra 0 e 2 m e con qualche evidenza che le uova agli ultimi stadi di sviluppo sono situate a maggiore profondità delle altre; le larve, pur raggiungendo profondità più elevate delle uova (35 m circa), presentano un picco di concentrazione massima a 6-8 m sotto la superficie. Questi dati sono in accordo con osservazioni preliminari precedenti (Varagnolo, 1965; Regner, 1972). La distribuzione verticale di uova e larve, comunque, è risultata essere simile lungo tutto il transetto. Il microzooplancton è distribuito sulla colonna d'acqua in modo più uniforme delle larve, ma è presente, alle profondità occupate dalle larve, a concentrazioni sensibilmente maggiori nella stazione sottocosta (2-4 volte) rispetto a quella al largo. Le analisi dei contenuti stomacali indicano che le larve si nutrono prevalentemente di giorno; la dieta di quelle più piccole (LS<9 mm) consiste soprattutto di nauplii, sostituiti da copepoditi in quelle più grandi (LS fino a 13 mm). La disponibilità di cibo aumenta procedendo dal largo verso la costa (da 7.2 a 21.6 particelle/l). Globalmente, nel confronto tra la stazione al largo e quella sottocosta, la concentrazione di nauplii di copepodi (che costituiscono la parte più importante nella dieta delle larve più giovani) è da 3 a 4 volte più elevata in quest'ultima.

Bibliografia

REGNER S. (1972) - Contribution to the study of the ecology of the planktonic phase in the life history of the anchovy in the Central Adriatic. *Acta adriat.*, **14** (9): 40 pp.

VARAGNOLO S. (1965) - Alcune osservazioni sulla distribuzione delle uova galleggianti di Teleostei nell'Alto Adriatico. *Boll. Zool.*, **32** (2): 849-858.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 303-305

A. Barbaro, A. Libertini, A. Francescon, F. Meneghetti, G. Bozzato

Istituto di Biologia del Mare, CNR, Castello 1364/a - 30122 Venezia, Italia.

UTILIZZAZIONE DI SPERMA ETEROLOGO PER LA GINOGENESI IN ORATA (*SPARUS AURATA* L.) E BRANZINO (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.)

USE OF HETEROLOGOUS SPERM TO INDUCE GYNOGENESIS IN THE GILTHEAD SEABREAM (*SPARUS AURATA* L.) AND THE SEABASS (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.)

Abstract

Meiogynogenesis was induced in seabream (Sparus aurata *L.*) *and seabass (*Dicentrarchus labrax *L.) by fertilizing oocytes with UV-irradiated heterologous sperm and subsequently applying cold shock. Benefits related to the use of heterologous sperm are discussed.*

Key-words: seabream, seabass, gynogenesis, heterologous fertilization.

Introduzione

Nella recente evoluzione dell'acquacoltura alcuni settori di ricerca - quali la riproduzione e l'allevamento di nuove specie, l'ibridazione, l'ingegneria genetica e la manipolazione cromosomica - possonò offrire buone prospettive alla produzione ittica nazionale per immettere prodotti più validi sul mercato mediterraneo. Con la manipolazione cromosomica si è dimostrata la possibilità, per l'orata (Francescon *et al.*, 1994) ed il branzino (Zanuy *et al.*, 1994; Colombo *et al.*, 1995), di ottenere progenie triploide (potenzialmente sterile e con maggior accrescimento postpuberale) e ginogenote (portante la sola eredità materna liberata dal carico genetico).

Un impianto ittico che disponga di linee di riproduttori ginogenoti, selezionati sulla base delle performance produttive, potrà incrociarli per commercializzare i loro ibridi eterotici, cioè con resa potenziata.

Scopo della sperimentazione è stato quello di individuare quale tipo di manipolazione cromosomica, applicabile a livello produttivo, fosse in grado di garantire la sopravvivenza della sola progenie ginogenote escludendo così il ricorso a tecniche genetiche per il controllo dell'avvenuta manipolazione. Lo studio è stato condotto su orata e branzino, pesci normalmente reperibili in un impianto e con un periodo riproduttivo naturale parzialmente coincidente che facilita la raccolta contemporanea dei gameti.

Materiali e metodi

Applicando la fecondazione artificiale è stato verificato se gli oociti di una specie possono essere attivati da sperma normale dell'altra (fecondazione eterologa), controllando la segmentazione e la sopravvivenza degli ibridi (oociti di orata con sperma di branzino; e viceversa).

Per la ginogenesi meiotica sono stati utilizzati spermatozoi vitali (omologhi

od eterologhi), ma con genoma inattivato tramite radiazioni ultraviolette (254 nm) ad una dose totale di 3300 erg/mm^2. Dopo la fecondazione è stato applicato uno shock termico freddo (0-2°C) per bloccare la seconda divisione meiotica ovocitaria (Francescon *et al.*, 1994; Colombo *et al.*, 1995).

Come ulteriori controlli sono stati appositamente prodotti degli allotriploidi delle due specie (genoma: 2N orata più N branzino; e viceversa) utilizzando sperma eterologo normale e shock termico. Per tutti i lotti ottenuti è stata esaminata la sopravvivenza durante i primi stadi dello sviluppo (fino a 30 giorni) e si è condotta un'indagine cariologica sull'assetto cromosomico finale (Colombo *et al.*, 1995).

Risultati e discussione

La fecondazione eterologa è risultata praticabile ed efficace per ambedue le specie con percentuali di segmentazione (52-78%) paragonabili a quella omologa (52-70%).

La schiusa degli ibridi è stata molto bassa (4-11%) e, come previsto, tutti sono morti precocemente. Si sono ottenuti individui ginogenoti di ambedue le specie; le percentuali di schiusa con fecondazione eterologa (32-36%) sono risultate simili a quelle ottenute con l'omologa (21-47%) e gli individui hanno superato le prime fasi di sviluppo. L'indagine cariologica ha confermato l'assetto diploide dei ginogenoti ed aploide dei controlli non sottoposti a shock freddo; questi ultimi presentavano la caratteristica sindrome: vertebre caudali raccorciate, coda piegata e morte a poche ore dalla schiusa.

Durante la ginogenesi si possono produrre triploidi indesiderati (per una non completa inattivazione dello sperma) e, nelle specie ibridabili, gli allotriploidi possono risultare vitali con caratteristiche morfologiche intermedie ai genitori (Purdom, 1993). Pertanto, è stato necessario verificare la sopravvivenza degli allotriploidi di orata e branzino nonché il loro assetto cariotipico. Questi hanno presentato una mortalità pressoché totale entro pochi giorni dalla schiusa. Soltanto nel caso della fecondazione degli oociti di branzino con sperma di orata, pochi individui hanno superato la schiusa ed all'analisi cariologica sono risultati diploidi con l'assetto cromosomico tipico della specie materna.

Sembra, quindi, che il genoma eterologo non sia stato incorporato e che con lo shock freddo si siano prodotti, in questo caso particolare, individui ginogenoti inattesi. D'altronde, la mancata incorporazione del genoma paterno è un fenomeno già descritto per alcuni incroci interspecifici che avvengono in natura tra teleostei (Purdom, 1993).

Normalmente nella ginogenesi si utilizza sperma omologo, ma per verificare il successo della manipolazione è sempre necessario effettuare un esame cariologico su un campione della progenie sopravvissuta (diploide).

Un'altra possibilità è quella di ricorrere a genitori della stessa specie o di specie geneticamente affini (con ibrido vitale) aventi però caratteristiche enzimatiche peculiari, sia materne che paterne, per poter poi riconoscere elettroforeticamente nella progenie la presenza del solo genoma materno (Sugama *et al.*, 1990). Comunque in tutti questi casi, se la manipolazione cromosomica fosse incompleta, tra i ginogenoti possono sopravvivere triploidi (ibridi e non), per un' inefficace inattivazione spermatica, o diploidi (ibridi e non) se anche lo shock risultasse inefficace. Utilizzando, invece, sperma eterologo di specie poco affini (con ibrido non vitale) le analisi genetiche non sono più necessarie in quanto, come dimostrato per orata

e branzino, qualsiasi sia l'efficacia della manipolazione, sopravvivono solo gli individui ginogenoti.

Per tale motivo, la ginogenesi con fecondazione eterologa, richiedendo anche una strumentazione poco costosa, può essere un metodo praticabile a livello di impianto per produrre pesci ad alta resa che potranno essere utilizzati come riproduttori.

Bibliografia

COLOMBO L., BARBARO A., LIBERTINI A., BENEDETTI P., FRANCESCON A., LOMBARDO I. (1995) - Artificial fertilization and induction of triploidy and meiogynogenesis in the European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *J. Appl. Icthyol.*, **11**: 118-125.

FRANCESCON A., LIBERTINI A., BARBARO A., BOZZATO G., LOMBARDO I. (1995) - Prime sperimentazioni di manipolazione cromosomica in orata, *Sparus aurata* L. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 317-318.

PURDOM C.E. (1993) - Chromosome engineering. In *Genetics and fish breeding.* Chapman & Hall (London): 204-222.

SUGAMA' K., TANIGUCHI N., SEKI S., NABESHIMA H., HASEGAWA Y. (1990) - Gynogenetic diploid production in the red sea bream using UV-irradiated sperm of black sea bream and heat shock. *Nippon Suisan Gakkaishi,* **56**: 1427-1433.

ZANUY S., CARRILLO M., BLAZQUEZ M., RAMOS J., PIFERRER F., DONALDSON E.M. (1994) - Production of monosex and sterile sea bass by hormonal and genetic approaches. *EAS Special Publication,* **21**: 321-322.

Lavoro eseguito con un contributo del CNR, nell'ambito del PF RAISA, sottoprogetto 3. Pubblicazione N. 2949

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 306-308

M.L. BIANCHINI, L. NAPOLITANO*, G.B. PALMEGIANO*, S. RAGONESE**, B. SICURO*

P.F. Raisa, CNR, Via Tiburtina 770 - 00159 Roma, Italia.
* C.S. Alimentazione Animali Prod. Zootecnica, CNR, Torino, Italia.
** Ist. Tecnologia Pesca Pescato, CNR, Mazara del Vallo (TP), Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA COMPOSIZIONE DELLE CARNI IN MAGNOSA, *SCYLLARIDES LATUS* (CRUSTACEA DECAPODA)

PRELIMINARY DATA ON FLESH COMPOSITION IN SLIPPER LOBSTER, *SCYLLARIDES LATUS*

Abstract

The Mediterranean slipper lobster, Scyllarides latus *(Crustacea Decapoda), is a minor but valuable resource, becoming rare in Italy; in the framework of a restocking feasibility program aimed also at increasing this fishery, the composition of its meat (proteins, aminoacids, lipids and fatty acids) has been examined, and compared with that of other crustaceans.*

Key-words: meat quality, Crustacea, slipper lobster, *Scyllarides latus*, Mediterranean.

Introduzione

La magnosa, *Scyllarides latus*, è un crostaceo presente in Atlantico centro-orientale, dal Portogallo alle Isole di Capo Verde, e praticamente in tutto il Mediterraneo, ad eccezione del Mar Nero. Le carni di questo crostaceo sono molto apprezzate, anche se è poco conosciuto dal consumatore.

Nell'ambito di un programma finalizzato al ripopolamento attivo anche a scopo produttivo ed all'approfondimento delle conoscenze della biologia di questa specie, riconducibile ad esperienze similari (Palmegiano *et al.*, 1984), alcuni esemplari sono stati analizzati per determinarne la composizione prossimale (proteine, grassi, ceneri) ed il profilo degli aminoacidi e degli acidi grassi costituenti.

Materiali e metodi

Su alcuni animali morti per accidente di trasporto, sono state quindi effettuate analisi sul muscolo ed il telson, secondo le tecniche AOAC standard (1980).

Le proteine totali sono state stimate col metodo Kjieldahl; i campioni di muscolo e di telson sono stati poi idrolizzati in HCl 6N a 110°C per 24 ore, e gli aminoacidi risultanti sono quindi stati determinati con un analizzatore Beckman 118 CL, usando tamponi a tre diversi pH (3,25 in 0,2N Na^+; 4,25 in 0,2N Na^+; 6,40 in 1N Na^+) e due diverse temperature (55°C per i primi 21 minuti e 66°C fino a fine analisi).

I grassi grezzi sono stati valutati per estrazione con Soxlet. Gli acidi grassi sono stati determinati su un campione di carne prelevato in prossimità del telson, trattato secondo il metodo di Bligh e Dyer (1959); i metilesteri (metanolo HCl 3N) sono stati analizzati con un gascromatografo Carlo Erba 2900 con rivelatore a ionizzazione di fiamma su cui era montata una colonna capillare di vetro di 25 m di lunghezza e 0,32 mm di diametro, rivestita di FFAP, in temperatura

programmata tra i 130°C ed i 185°C con un incremento lineare di 4°C per minuto ed un'isoterma bassa di 5 minuti.

Le ceneri sono state ottenute con l'incenerimento in muffola, e gli estrattivi inazotati per differenza.

Risultati

Benché la "resa alla macellazione" non sia in questo caso applicabile, dal peso delle exuvie si può stimare che le parti molli, edibili e non, rappresentano grossolanamente circa i 3/4 del peso corporeo, con una "coda" facilmente estraibile. Organoletticamente le carni di magnosa sono risultate di gusto dolciastro, simile a quello dell'aragosta, ma con tessitura molto più consistente.

Nel muscolo la proteina grezza rappresenta il 72,21 ±1,75% sulla sostanza secca (acqua 75,9%), mentre i grassi sono risultati in media il 1,28 ±0,14%, e le ceneri il 1,61 ±0,25, sempre sul secco; incidentalmente, anche l'esoscheletro è costituito in prevalenza da proteine: 52,74 ±2,09.

La composizione aminoacidica (Tab. 1) rispecchia approssimativamente quella degli altri crostacei decapodi (Palmegiano e Boccignone, 1992), anche se le tecniche analitiche utilizzate non consentono di determinare cisteina, cistina e triptofano, mentre probabilmente sottostimano la metionina ed il contributo degli imminoacidi (che sono importanti componentï nei crostacei, come ad esempio la taurina); ciò è confermato dal fatto che la somma degli aminoacidi raggiunge solo i 2/3 delle proteine totali. Da notare la differenza in treonina tra carni ed esoscheletro, rispettivamente 9,65 e 1,36.

Tab. 1 - Profilo aminoacidico (cg/g di s.s.) in magnosa.

Amino acids profile (cg/g d.w.) in slipper lobster.

a.a.	muscolo	telson	a.a.	muscolo	telson
ASP	4,14	4,62	MET	1,08	0,71
THR	9,65	1,36	ILEU	1,89	1,66
SER	0,57	0,80	LEU	2,97	2,27
GLU	6,49	5,32	TYR	1,54	1,86
PRO	2,00	2,34	PHE	1,66	1,80
GLY	3,09	3,38	HIS	0,92	1,03
ALA	1,99	1,84	LYS	3,15	1,94
VAL	2,01	2,23	ARG	3,95	2,68

Gli acidi grassi più caratterizzanti e di maggior significato per l'alimentazione umana (Tab. 2) appaiono quelli a catena lunga C20:5n3 (acido eicosapentenoico, EPA) e C22:6n3 (acido docosaesenoico, DHA), presenti in abbondanza. Gli acidi grassi saturi rappresentano la maggioranza relativa (38,21%), anche se globalmente gli insaturi prevalgono sui saturi (1,38:1); il rapporto n3/n6 raggiunge 5,93, valore particolarmente alto, a causa della scarsezza di n6.

Discussione e conclusioni

Dal confronto (Tab. 2, colonne 2 e 3) con il profilo acidico di un altro crostaceo, *Penaeus kerathurus*, allevato a due diverse temperature (Palmegiano, 1989), emerge che nella magnosa, pur con una composizione in acidi grassi grosso modo simile, i valori degli elementi principali sono tuttavia intermedi, avvicinandosi i saturi

Tab. 2 - Principali acidi grassi (% lipidi totali) in magnosa, e comparazione con gamberi peneidi (Palmegiano e Boccignone, 1992).

Main fatty acids (% total fat) in slipper lobster, and comparison with penaeids (Palmegiano and Boccignone, 1992).

acido grasso	magnosa	*Penaeus kerathurus*	
		16-18°C	23-25°C
C14:1	6,90	tracce	tracce
C16:0	21,32	15.17	19.25
C16:1 n7	4,84	4.86	4.98
C18:0	12,36	7,03	6,81
C18:1 n9	16,27	20,25	24,02
C18:2 n6	2,27	11,40	10,23
C18:3 n3	0,62	0,17	0,18
C20:5 n3	7,31	8,80	6,61
C22:6 n3	9,60	8,31	3,04
saturi	38,21	31,36	38,89
monoinsaturi	31,81	33,08	32,51
polinsaturi	20,73	34,46	25,41
n3/n6	5,93	1,36	0,93
insaturi/saturi	1,38	2,15	1,49

ed i polinsaturi ai valori dei peneidi di acque calde, ed i monoinsaturi a quelli dei gamberi di acque fredde; ciò può essere ascritto alle temperature fluttuanti dell'acqua di ricambio, per le quali sono state riscontrate escursioni molto elevate.

In conclusione, le discrete potenzialità produttive (Rudloe, 1983), la buona taglia, le caratteristiche nutrizionali, le qualità culinarie ed il valore di mercato pongono la magnosa tra le specie "minori" (Bianchini e Palmegiano, 1994) di più elevato interesse.

Bibliografia

A.O.A.C. (1980) - *Official methods of analysis* (13.a edizione). A.O.A.C., Washington DC (USA).

BIANCHINI M.L., PALMEGIANO G.B. (1994) - L'importanza delle specie "minori" nell'acquacoltura del bacino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 445-446.

BLIGH E.G., DYER W.J. (1959) - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physics*, **37**: 911-914.

PALMEGIANO G.B. (1989) - Il ruolo della nutrizione in acquacoltura. *Oebalia*, **15** (2): 527-545.

PALMEGIANO G.B., BOCCIGNONE M. (1992) - Biologia dell'alimentazione e della nutrizione in acquacoltura. *Oebalia*, **17** (2): 45-53.

PALMEGIANO G.B., MURA G., MOCCIA F. (1984) - L'allevamento delle aragoste diventa realtà? *Inf. Zootecnico*, **19**: 37-44.

RUDLOE A. (1983) - Preliminary studies of the mariculture potential of the slipper-lobster, *Scyllarides nodifer*. *Aquaculture*, **34** (1-2): 165-169.

Lavoro eseguito nell'ambito del III Piano triennale Pesca Acquacoltura, MiRAAF (già MMM)

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 309-311

D. CAMPIONI, A. MICCIARELLI SBRENNA, A. BOLOGNANI FANTIN*, G. SBRENNA

Dipartimento di Biologia, Via Borsari 46 - 44100 Ferrara, Italia.
*Dipartimento di Biologia, Via Berengario 14 - 41100 Modena, Italia.

LOCALIZZAZIONE DI NEURONI SEROTONINERGICI NEL SISTEMA NERVOSO DI *TAPES PHILIPPINARUM* (BIVALVIA: VENEROIDA)

LOCALIZATION OF SEROTONIN-IMMUNOREACTIVE NEURONS IN THE NERVOUS SYSTEM OF *TAPES PHILIPPINARUM*

Abstract

The distribution of serotonin-like immunoreactivity was studied in the central nervous system and in the gonad of the bivalve Tapes philippinarum. *The distribution of the immunoreactive elements was observed preferentially in the cerebral ganglia and in the gonad.*

Key-words: serotonin-like neurons, nervous system, gonad, Tapes.

Introduzione

Un nostro precedente studio (Campioni e Sbrenna, 1995) ha evidenziato che in *Tapes philippinarum* è possibile indurre lo "spawning" dei gameti, soprattutto negli esemplari di sesso maschile, iniettando nella gonade matura dosi diverse di serotonina.

La risposta positiva a tale sommministrazione esogena ci ha indotto a studiare la gonade ed il sistema nervoso per accertare se la serotonina (5-HT) fosse effettivamente prodotta in questa specie.

Questo neurotrasmettitore infatti sembra giocare un ruolo preminente nel controllo della riproduzione dei molluschi bivalvi (Croll *et al.*, 1995).

Materiali e metodi

Gli esemplari di *T. philippinarum* sono stati raccolti mensilmente, dal giugno 1992 al maggio 1993, nella Sacca di Scardovari e nella Sacca del Canarin (Delta del Po).

Mediante dissezione allo stereomicroscopio sono stati prelevati la gonade e i gangli nervosi (cerebro-pleurali, viscerali e pedali). Questi sono stati poi trattati sia in modo da permettere l'usuale indagine morfologica e ultrastrutturale sia l'analisi immunocitochimica.

I gangli sono stati fissati in glutaraldeide (2,5% in tampone cacodilato) post-fissati in osmio e inclusi in Epon-Araldite. Le sezioni semifini per il M.O. sono state colorate con Blu di Metilene e le ultrafini sono state contrastate con uranile e citrato di Pb e osservate al T.E.M.

Per evidenziare l'eventuale presenza di 5-HT sono stati utilizzati i seguenti anticorpi: monoclonale di topo anti-5-HT (DAKO) diluito 1:30 e anticorpo policlonale di coniglio anti-5-HT (SERALAB) diluito 1: 2000. Sono stati inoltre utilizzati anticorpi secondari biotinilati (Kit avidina-biotina-perossidasi ABC Vector Laboratories).

Risultati

Come in altri bivalvi (Vitellaro-Zuccarello e De Biasi, 1990) i gangli sono circondati da un connettivo perineurale al disotto del quale vi è un cortex di cellule (neuroni e cellule gliali), disposte in più strati, i cui prolungamenti si dirigono verso il neuropilo centrale.

A livello ultrastrutturale sono stati identificati tre tipi di neuroni:

- il primo tipo, "neuroni densi", ha un diametro di 25 μm e un citoplasma elettrondenso contenente granuli irregolari ed aree, per lo più localizzate in prossimità della membrana cellulare, ricche di glicogeno. Il nucleo (circa 6 μm di diametro) è piuttosto elettronopaco con cromatina a zolle e nucleolo poco evidente.
- il secondo tipo, "neuroni chiari", ha come i precedenti un diametro di 25 μm, ma il suo citoplasma è chiaro, ricco di mitocondri, microvescicole e, in alcuni casi, di vescicole elettronlucide comprese tra 1 e 3 μm. Il nucleo ha un diametro di circa 9 μm, presenta cromatina dispersa o addossata al nucleolemma e un nucleolo elettrondenso.
- il terzo tipo, con citoplasma e nucleo simili a quelli dei "neuroni chiari", ha dimensioni molto maggiori con un diametro che può raggiungere anche 70 μm. Anche nel citoplasma periferico di questi neuroni, indicati come "neuroni giganti", vi sono ridotte aree di glicogeno mentre attorno al nucleo sono presenti numerosi complessi del Golgi e una fitta rete di neurofilamenti.

Le cellule gliali, caratterizzate da scarso citoplasma e da un nucleo allungato che non supera i 4-5 μm assumono nelle differenti regioni corticali aspetto vario.

Ciò porta a pensare che, come in *Spisula solidissima* (Prior e Lipton 1977), o sono di tipo diverso o il loro aspetto varia in risposta a modificazioni ambientali.

L'indagine immunoistochimica con l'impiego di anticorpi anti-5HT ha sempre rivelato la presenza di due differenti gruppi simmetrici di neuroni positivi nei gangli cerebro-pleurali mentre solo alcuni degli esemplari esaminati hanno mostrato a livello del ganglio pedale pochi e isolati neuroni debolmente immunoreattivi. Nel ganglio viscerale sono stati individuati pochi neuroni reattivi alla serotonina, mentre fini granulazioni positive sono state evidenziate a vari livelli del neuropilo.

Sono inoltre risultate immunopositive alla serotonina cellule localizzate negli spazi interfollicolari della gonade femminile.

Conclusioni

Questa ricerca evidenzia nei gangli e nella gonade di *T. philippinarum* la presenza di 5-HT, sostanza che deve pertanto svolgere un ruolo fisiologico importante nella vita di questo bivalve. Il ganglio cerebrale in particolare risulta contenere grandi quantità di cellule immunoreattive. Sia questo dato che il basso numero di neuroni positivi presenti nel ganglio viscerale sono in accordo con quanto osservato in *Pecten maximum* (Paulet *et al.*, 1993) e in *Placopecten magellanicum* (Croll *et al.*, 1995).

Immunoreattività a livello gonadico è stata osservata anche in altri bivalvi (Croll *et al.*, 1995) ma a livello di fibre nervose e non nelle cellule interstiziali come in *Tapes*. Ulteriori studi immunocitochimici, nelle diverse fasi stagionali di maturazione delle gonadi, dovrebbero consentire di comprendere il significato di tale positività.

Bibliografia

CAMPIONI D., SBRENNA G. (1995) - Induzione dello spawning in *Tapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae) e *Scapharca inaequivalvis* (Bivalvia: Arcidae) mediante somministrazione di serotonina (5-idrossitriptamina). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 307-309.

CROLL R. P., TOO C.K.L., PANI A.K., NASON J. (1995) - Distribution of serotonin in the sea scallop *Placopecten magellanicus*. *Invert. Reprod. Develop.*, **28** (2): 125-135.

PAULET Y., DONVAL A., BEKHADRA F. (1993) - Monoamines and reproduction in *Pecten maximus*, a preliminary approach. *Invert. Reprod. Develop.*, **23** (2-3): 89-94.

PRIOR D.J., LIPTON B.H. (1977) - An ultrastructural study of peripheral neurons and associated non-neural structures in the bivalve mollusc *Spisula solidissima*. *Tissue & Cell*, **9**: 223-240.

VITELLARO-ZUCCARELLO L., DE BIASI S. (1990) - Ultrastructure of the ganglia and submicroscopical localization of putative neurotransmitters. In: Stefano G.B. (ed.), *Neurobiology of Mytilus edulis*, Manchester University Press, Manch. and New York: 57-73.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 312-314

E. Carpenè, G. Isani, *M. Manera, R. Serra, O. Cattani

Dipartimento di Biochimica, Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna, Italia.
*Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Patologia Animale, Sezione di Patologia Generale e Anatomia Patologica, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bologna, Italia.

EFFETTI DI ELEMENTI TRACCIA (FE, ZN, CU) IN ESEMPLARI DI ORATA (*SPARUS AURATA* L) ALIMENTATI CON DIETE SPERIMENTALI

TRACE ELEMENT (FE, ZN, CU) EFFECTS ON GILTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA* L) FED WITH EXPERIMENTAL DIETS

Abstract

Four groups of gilthead sea bream were fed a commercial feed (control diet) and other three diets, which were respectively supplemented with iron, zinc and copper. Metal concentrations in several tissues showed significant differences linked to the diet and to the period of sampling. The number of splenic melanomacrophage aggregates was sensitive both to season and diet, this parameter might be used as an indicator of metal exposure.

Key-words: Gilthead sea bream, trace elements, melanomacrophage aggregates.

Introduzione

I teleostei, soprattutto quando sono oggetto di acquacoltura intensiva, possono presentare dei fenomeni di carenza da oligoelementi essenziali, nel caso che la dieta artificiale risulti insufficientemente bilanciata per zinco, ferro e rame . Dei tre elementi studiati lo zinco è sicuramente il metallo che trova più ampio impiego nei sistemi biologici (Vallee e Falchuk, 1993). Lo zinco è infatti cofattore di oltre trecento metalloenzimi e di altre proteine con diverso significato biochimico. Attualmente, nonostante le numerose ricerche rivolte ad individuare un parametro che riveli lo stato nutrizionale nei confronti dello zinco (Scarpa e Gatlin III, 1992), non sono stati ottenuti dei risultati definitivi. La nostra ricerca si propone, attraverso la somministrazione di diete a diverso contenuto di metalli, di individuare le concentrazioni ottimali di oligoelementi essenziali.

Materiali e metodi

Esemplari di orata (2000 orate di peso medio 27 g e suddivise in 4 vasche di cemento fornite di acqua a salinità del 15‰, 10 °C<T<25°C e flusso di 50 l/minuto) sono stati alimentati con 4 diete sperimentali (A,B,C,D). La dieta A di controllo era costituita da un mangime commerciale, le altre 3 diete erano costituite dallo stesso mangime rispettivamente addizionato di: 200 µg Zn/g (dieta B); 20 µg Cu/g (dieta C) e 100 µg Fe/g (dieta D). L'esperimento si è svolto durante un periodo di 6 mesi (giugno - dicembre). Le concentrazioni dei metalli nelle diete e in alcuni tessuti (branchie, fegato, muscolo,) di 10 esemplari per ogni campionamento (16/7/1994; 12/8/1994; 9/9/1994; 18/11/1994) per ciascuna dieta, sono stati determinati mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico; alcune analisi sono state estese a cervello, milza e rene. Inoltre dei campioni di rene, milza e fegato sono stati studiati con tecniche istologiche ed in particolare sono stati individuati i centri degli aggregati dei melanomacrofagi. Infine sono stati determinati peso e lunghezza di un numero rappresentativo (45<n<179) di esemplari di orata per ciascuna vasca sperimentale.

Risultati

I pesci hanno presentato un diverso accrescimento in dipendenza della concentrazione dei metalli nella dieta. A novembre per le diete A, B, C, D, è stato rilevato un peso medio rispettivamente di: 87 g, 88 g, 90 g, 94 g; a fine esperimento l'incremento maggiore è risultato quello delle orate alimentate con la dieta (D) supplementata con il Fe (Test di Duncan $P < 0,01$). In generale le concentrazioni più elevate di questi elementi sono state riscontrate nel fegato e nel rene con valori massimi del Fe nella milza dei pesci alimentati con la dieta arricchita di Fe (1540 - 274 μg Fe/g peso secco), mentre muscolo e cervello hanno presentato livelli inferiori, con un minimo per il Cu (1,2 - 0,3 μg Cu/g peso secco) nelle orate alimentate con la dieta di controllo. Le concentrazioni tissutali di Zn sono risultate dello stesso ordine di grandezza di quelle del Fe. In dipendenza dei tempi di campionamento e delle diete impiegate sono state riscontrate numerose differenze significative ($P < 0,05$) delle concentrazioni degli elementi analizzati. Tecniche biometriche hanno evidenziato che il numero degli aggregati dei melanomacrofagi (MAs) splenici sono influenzati sia dal periodo del prelievo (inizio-fine autunno) che dalla dieta (Anova, esperimento fattoriale). Infatti il numero dei MAs_i nelle orate alimentate con la dieta a Cu è risultato significativamente maggiore ($P < 0,05$) alla fine dell'autunno rispetto all' inizio (Fig. 1), mentre per i MAs dei pesci alimentati con la dieta supplementata a Zn si notava un fenomeno opposto ($P < 0,05$) (Fig. 1). Le diete di controllo e supplementate con Fe non hanno fatto registrare variazioni significative del parametro in esame (Fig. 1).

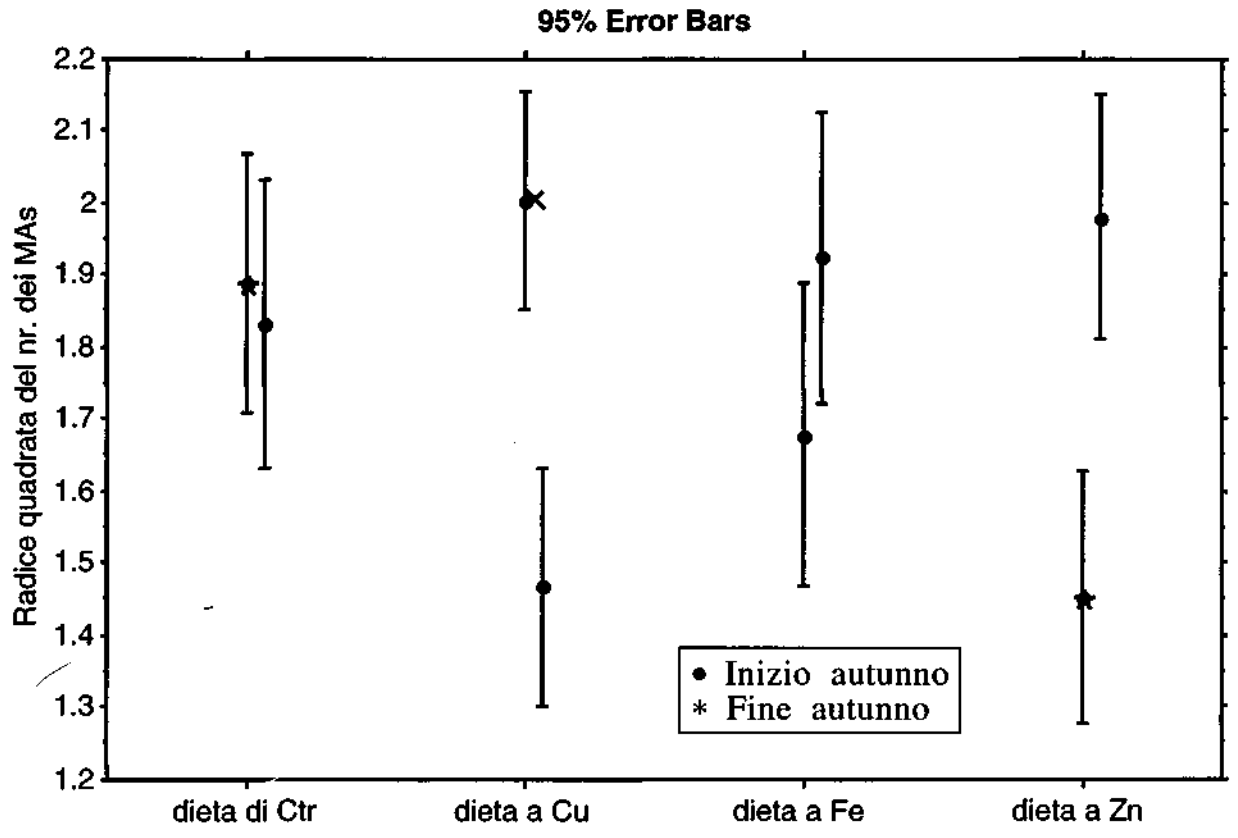


Fig. 1 - Numero medio degli aggregati dei melanomacrofagi splenici in 295143 mm^2 ad inizio e fine autunno in relazione alla dieta: Ctr = dieta di controllo; Cu = dieta a rame; Fe = dieta a ferro; Zn = dieta a zinco.

Mean value of spleen melanomacrophage aggregates in 295143 μm^2 at the beginning and the end of fall in fish fed different diets: Ctr = control diet; Cu = enriched copper diet; Fe = enriched iron diet; Zn = enriched zinc diet.

Discussione e conclusioni

Le diete da noi utilizzate non hanno provocato nè fenomeni di carenza nè fenomeni di intossicazione acuti indicando che le concentrazioni di metalli supplementati alla dieta di controllo sono da ritenersi "fisiologiche". Pur avendo riscontrato, in dipendenza della dieta, delle differenze significative nelle concentrazioni tissutali dei metalli da noi studiati, riteniamo che tali differenze non siano dovute a fenomeni di accumulo assimilabili a quelli normalmente riscontrati per i metalli pesanti tossici (Cd, Hg), probabilmente perchè sistemi di omeostasi alquanto efficienti riescono entro un certo limite a controllare i livelli di tali elementi nelle matrici biologiche. Precedentemente nelle orate alimentate con concentrazioni elevate di Zn avevamo ottenuto risultati simili (Serra *et al.*, 1996). Interessanti sono risultate le relazioni tra dieta, stagione e numero di MAs. La sensibilità a certi oligoelementi essenziali da partè dei MAs potrebbe comportare un loro impiego in qualità di biomarcatori, come peraltro già prospettato da Wolke (1992).

Bibliografia

SCARPA J., GATLIN III D. M. (1992) - Dietary zinc requirements of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, swim-up fry in soft and hard water, *Aquacult.*, **106**: 311-322.

SERRA R., ISANI G., CATTANI O., CARPENE' E. (1996) - Effects of different levels of dietary zinc on the gilthead, *Sparus aurata* during the growing season. *Biol. Trace Elem. Res.*, **51**: 107- 116.

VALLEE B.L., FALCHUK. H., (1993). The biochemical basis of zinc physiology, *Physiol. Rev.*, **73**: 79-118.

WOLKE R.E. (1992) - Piscine macrophage aggregates: a review. *Ann. Rev. Fish Dis.*, **2**: 91-108.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 315-317

O. CATTANI, P. CORTESI, E. CARPENÈ, G. VITALI, G. IISANI

Dipartimento di Biochimica, Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano E. (BO), Italia.

EFFETTI DEL DIGIUNO E DELLA RIALIMENTAZIONE SUI LIVELLI DI GLICOGENO, LIPIDI E PROTEINE IN TESSUTI DI *SPARUS AURATA* L.

STARVATION AND RECOVERY EFFECTS ON GLYCOGEN, LIPIDS AND PROTEINS LEVELS IN TISSUES OF *SPARUS AURATA* L.

Abstract

During physiological starvation of Sparus aurata *(due to the low temperature) glycogen was the main energy reserve utilized both in liver and muscle. Lipids were consumed only at the end of starvation period. Over the whole period protein levels were not changed, indicating that these compounds are scarcely used for energy production. After the resumption of feeding there was an evident recovery of the storage of carbohydrates.*

Key-words: *Sparus aurata*, starvation, proteins, glycogen, lipids.

Introduzione

È noto che molti teleostei durante l'anno possono essere soggetti a periodi di digiuno naturale e per questo motivo hanno sviluppato una particolare capacità di far fronte alla mancanza di cibo. L'orata (*S. aurata* L.), una specie fortemente eurialina di grande interesse economico, è oggetto di intensa attività di acquacoltura; l'allevamento nelle valli lungo il litorale adriatico presenta l'inconveniente delle basse temperature invernali.

Dal momento che a temperature inferiori a 13°C l'orata cessa spontaneamente di alimentarsi ed a temperature inferiori ai 7-5°C gli esemplari non sopravvivono, è necessario provvedere ad uno svernamento a temperature compatibili con la sopravvivenza. In questa ricerca esemplari di orata sono stati prelevati dalle vasche di svernamento in Valle Smarlacca (RA) durante il digiuno fisiologico (da novembre a marzo) e in una successiva fase di rialimentazione (da marzo a giugno), con lo scopo di determinare gli effetti della mancanza di nutrimento sul destino delle riserve energetiche nei tessuti ed il tempo della loro ricostituzione.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nel bacino di svernamento con una periodicità di circa 20 giorni. Allo scopo di minimizzare gli stress da manipolazione, gli animali (da 8 a 12 individui per prelievo) sono stati anestetizzati (MS 222), quindi, dopo i rilievi biometrici, sono stati prelevati fegato e muscolo bianco (alla base della pinna dorsale). I tessuti sono stati immediatamente congelati in azoto liquido e qui conservati fino all'effettuazione delle analisi. Durante il periodo di rialimentazione i pesci sono stati mantenuti negli acquari del Centro di Ricerche Marine di Cesenatico (25 pesci per vasca da 3000 litri) ed i prelievi sono stati effettuati come descritto sopra. Per quanto riguarda le analisi biochimiche le proteine

sono state determinate con il metodo di Lowry *et al.* (1951), i lipidi totali con il metodo di Folch *et al.* (1957) e glicogeno e glucosio secondo metodiche enzimatiche standard (Keppler e Deckler, 1974).

Risultati

Il contenuto di glicogeno nel fegato (Tab.1) presenta una notevole e costante diminuzione passando da 117 µmoli/g a 14 µmoli/g di peso fresco dopo 122 giorni di digiuno, mentre nel muscolo una diminuzione significativa si manifesta soltanto negli ultimi due mesi passando da 18 µmoli/g a 9 µmoli/g di peso fresco (Tab.1); durante la fase di rialimentazione si assiste ad un ripristino delle riserve di glicogeno in entrambi i tessuti esaminati. Relativamente alle quantità dei lipidi totali non sono state riscontrate variazioni di rilievo nei campioni esaminati se non a partire dal 52° giorno (Tab.1). Durante la rialimentazione non si nota alcun recupero delle riserve lipidiche che anzi dopo tre mesi si attestano su valori più bassi rispetto ai controlli. I livelli di proteine muscolari non presentano variazioni significative sia durante il digiuno che nella fase di recupero (Tab.1). L'indice di condizione e quello epatosomatico non mostrano variazioni di rilievo. Ciò è dovuto probabilmente alla grande variabilità delle dimensioni dei pesci, alle quali gli indici sono correlati, che comporta una elevata dispersione dei valori calcolati intorno alla media.

Tab. 1 - Variazioni di Glicogeno, lipidi e proteine in fegato e muscolo di *S. aurata* durante il digiuno e il successivo recupero.

Variations of glycogen, lipids and proteins content during starvation and following recovery.

	FEGATO		MUSCOLO		
Digiuno (gg)	Glic. (µmol/g p.f)	Lip. (%p.f.)	Glic. (µmol/g p.f.)	Lip. (%p.f)	Prot. (%p.f.)
0 (controlli)	116,91±31,13	30,0	9,82±0,45	6,2	19,98±3,19
31	83,52±12,20	30,7	18,63±2,38	6,5	22,11±1,96
52	71,19±17,59	28,7	18,55±6,41	1,3	19,73±1,97
73	34,93±3,40*	24,6	10,59±2,23	11,9	21,03±0,88
96	34,98±2,36*		9,40±0,46	9,0	18,37±1,48
122	14,13±2,72*	22,2	8,89±0,64	4,6	18,91±2,62
Rialim. (gg)					
25	85,76±49,8	17,7	15,70±4,60	7,1	18,91±2,62
33		4,6		2,2	15,97±4,60
88	100,56±26,6	10,1	30,90±5,80	2,8	20,80±0,31

* valori significativamente diversi dal controllo ($p>0,05$).

Discussione e conclusioni - Sulla base dei risultati ottenuti appare chiara la dinamica della mobilitazione delle riserve energetiche durante lo svernamento in *S. aurata*. Come si osserva in molte altre specie di pesci, il glicogeno è la principale fonte di energia durante il digiuno associato alle basse temperature; i lipidi vengono utilizzati soltanto in una fase avanzata quando ormai le riserve di glicogeno sono prossime ad esaurirsi, mentre sembra che le proteine non vengano consumate a scopi energetici. Tuttavia, non essendo stato considerato il contenuto proteico

dell'intero corpo o della carcassa, non è possibile sapere se vi è un consumo di proteine diverse da quelle del muscolo bianco.

Nella stabulazione invernale i pesci attivano la via glicolitica per provvedere alle richieste energetiche durante il digiuno. Osservazioni sull'attività degli enzimi glicolitici e gluconeogenetici hanno mostrato che la glicolisi è più attiva nel muscolo rispetto al fegato. Non risulta rilevante una gluconeogenesi a partire dalle proteine muscolari, mentre sembra più probabile quella dovuta al recupero del lattato dimostrata da un'alta attività della LDH (lattico deidrogenasi) che contribuirebbe al mantenimento delle riserve di glicogeno.

Bibliografia

FOLCH J., M. LEES e G.H. SLOANE STANLEY (1957) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. biol. Chem.*, **226**: 497-509.

KEPPLER D., K. Deckler (1974) - Glycogen. In Method of Enzimatic Analysis (Ed. Bergmeyer H.U.), Academic Press, New York, **3**: 1127-1131.

LOWRY O.H., N.J. ROSENBROUGH, A.L. FARR e J. RANDALL (1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. biol. Chem.*, **193**: 265-275.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 318-320

A. CURATOLO, F. GUNNELLA*, A. SANTULLI, V. D'AMELIO**

*Istituto di Biologia Marina, Consorzio Universitario della Provinciá di Trapani, Lungomare Dante Alighieri - 91100 Trapani, Italia.
* Biotecno Soc. Coop. a r.l., Trapani, Italia.
** Ist. di Istologia ed Embriologia, Università di Palermo, Italia.

INDUZIONE DELLA TRIPLOIDIA IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L.

TRIPLOIDY INDUCTION IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L.

Abstract

The aim of the study is the optimization of thermal and chemical shock conditions for triploidy induction in the European sea bass (Dicentrarchus labrax). *High percentage of triploidy was obtained using both cold and heat shock (78-83% respectively), while in the cytochalasin B treatment was less than 20%.*

Key-words: European sea bass, Dicentrarchus labrax, triploidy.

Introduzione

La produzione di pesci sterili, ottenuti mediante manipolazione del corredo cromosomico, ha avuto grande sviluppo in acquacoltura, soprattutto per le specie d'acqua dolce (Tave, 1993). Di contro sono ancora limitati gli studi condotti sulle principali specie marine mediterranee oggetto di allevamento (Colombo *et al.*, 1995; Francescon *et al.*, 1995; Garrido-Ramos *et al.*, 1996). La possibilità di ottenere pesci triploidi è interessante da un punto di vista commerciale poiché, essendo sterili, essi possono sfruttare l'energia normalmente usata per lo sviluppo delle gonadi per l'accrescimento somatico.

Durante la fase iniziale di questa ricerca sono state messe a punto le tecniche d'induzione della triploidia, mediante shock termico e chimico, non solo per verificare la possibilità di miglioramento delle rese dell'allevamento della spigola (*Dicentrarchus labrax*), ma anche per la possibilità di applicare tali metodiche alla produzione di esemplari transgenici.

Materiali e metodi

Le uova di *D. labrax*, ottenute mediante spremitura, sono state fecondate e sottoposte a shock dopo 5, 7, 10, 13 e 16 min dalla fecondazione. La durata dello shock è stata di 15, 30 e 60 min a freddo (0°C), e di 10 e 15 min a caldo (32°C). Lo shock chimico è stato indotto, per 15 min, con 0,5 e 1 mg di citocalasina B per litro di acqua di mare.

I livelli di triploidia sono stati determinati mediante preparazioni cromosomiche da larve di 3-6 giorni (2n=48; Cataudella *et al.*, 1973).

Risultati e discussione

Nei pesci, lo shock utilizzato per l'induzione della triploidia blocca la II divisione meiotica e quindi l'espulsione del secondo corpo polare. Questo shock può essere

indotto con mezzi fisici e chimici. Tra i mezzi fisici ricordiamo lo shock a freddo, a caldo e quello indotto da elevate pressioni idrostatiche. Tra i mezzi chimici la citocalasina B è quello più comunemente utilizzato (Tave, 1993).

I risultati da noi ottenuti sottoponendo uova di spigola a shock termico dimostrano che a 0°C la migliore percentuale di triploidia (Figura 1-A) si ottiene dopo 7 min dalla fecondazione, per una durata di 15 min (78%) e a 32°C dopo 13 min dalla fecondazione per una durata di 10 min (83%). Esemplari tetraploidi (4n=96, Figura 1-B) sono stati ottenuti con lo shock a caldo applicato dopo 10 min (9%) e 13 min (5%) dalla fecondazione per una durata di 10 min. Questo è un risultato inatteso, dal momento che lo shock è stato applicato durante la seconda divisione meiotica. Risultati analoghi sono stati ottenuti in molluschi, probabilmente a causa della soppressione della singamia e della prima divisione mitotica (Diter e Dufy, 1990).

Il trattamento con 0,5 e 1 mg di citocalasina B ha fornito percentuali di triploidia non superiori al 20%.

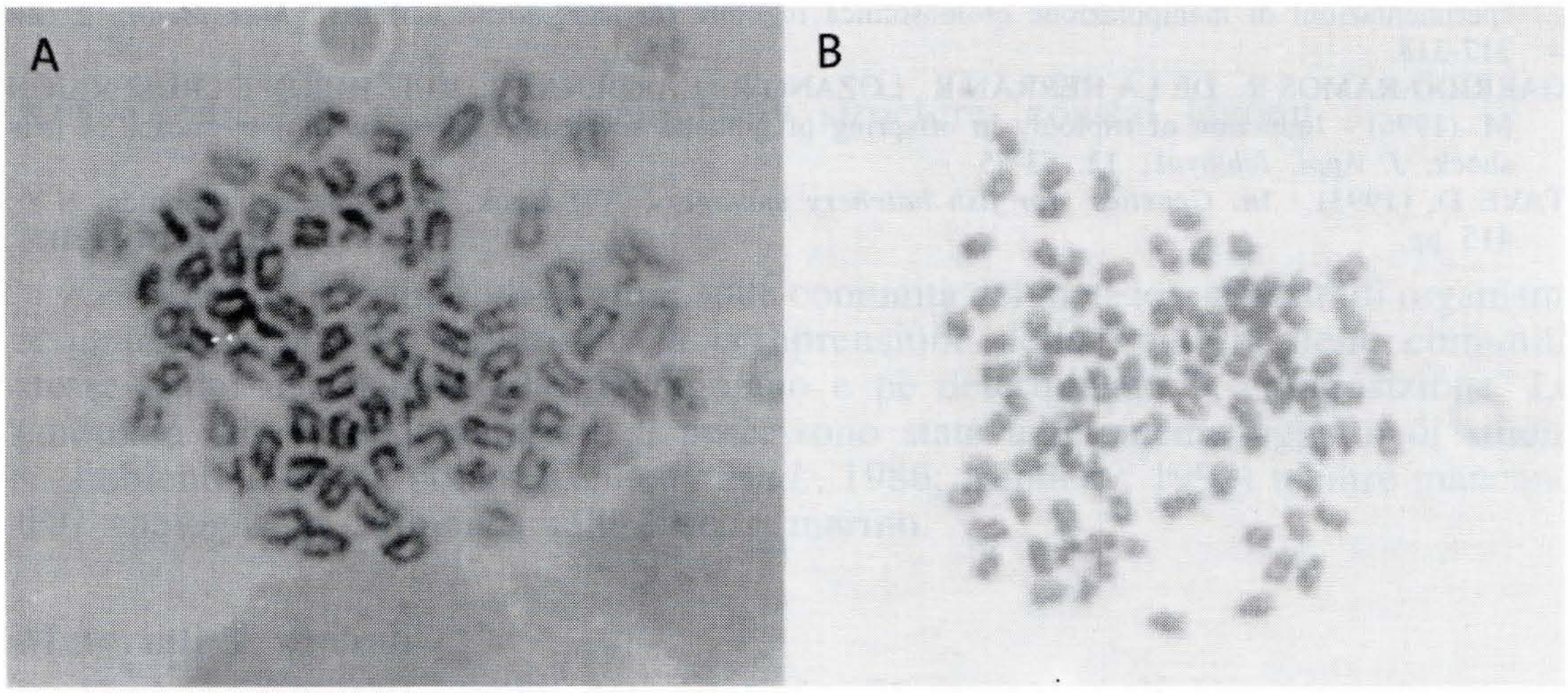


Fig. 1 - Piastre metafasiche ottenute da larve di *Dicentrarchus labrax* triploidi (A) e tetraploidi (B).

Metaphasic chromosomes obtained from triploid (A) and tetraploid (B) larvae of *Dicentrarchus labrax*.

Con le tecniche descritte è stato possibile ottenere nella spigola elevate percentuali di triploidi e dimostrare che entrambi gli shock termici risultano efficaci. Risultati analoghi sono stati ottenuti in esperimenti di triploidia mediante shock termico condotti sull'orata (*Sparus aurata*). Colombo *et al.* (1995) e Francescon *et al.* (1995), applicando shock a freddo (0-2°C) alle uova 5 min dopo la fecondazione per una durata di 20 min, hanno ottenuto il 90% di triploidi, mentre Garrido-Ramos *et al.* (1996) hanno raggiunto il 100% di triplodi sottoponendo le uova appena fecondate ad una temperatura di 34°C per una durata di 10 min e ad una salinità di 30‰. L'efficacia del trattamento è legata anche alla salinità del mezzo oltre che alla temperatura, alla durata e al tempo di incubazione (Garrido-Ramos *et al.*, 1996). Esperienze precedenti da noi condotte su *Haliotis* (Curatolo e Wilkins, 1995) hanno evidenziato che si possono avere alte percentuali di triploidia utilizzando elevate pressioni idrostatiche (600 atm). Tale metodica ha il vantaggio

di avere una azione uniforme sulle uova rispetto allo shock termico. Infatti il trasferimento non omogeneo della temperatura può interferire con l'efficacia dello shock e causare una riduzione della percentuale di triplodia. Sono in corso prove di applicazione di questa tecnica alla produzione di spigole triploidi.

Bibliografia

CATAUDELLA S., CIVITELLI M.V., CAPANNA E. (1973) - The chromosomes of some Mediterranean teleosts: Scorpenidae, Serranidae, Labridae, Blennidae, Gobidae (Pisces-Scorpaeniformes, Perciformes). *Boll. Zool.*, **40**: 385-389.

COLOMBO L., BARBARO A., LIBERTINI A., BENEDETTI P., FRANCESCON A., LOMBARDO I. (1995) - Artificial fertilization and induction of triploidy and meiogynogenesis in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.. *J. Appl. Ichthyol.*, **11**: 118-125.

CURATOLO A., WILKINS N.P. (1995)- Induzione della triploidia per mezzo della pressione idrostatica nell'Abalone giapponese (*Haliotis discus hannai*). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 315-316.

DITER A., DUFY C. (1990) - Polyploidy in the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. II. Chemical induction of tetraploid embryos. *Aquat. Living Resour.*, **3**: 107-112.

FRANCESCON A., LIBERTINI A., BARBARO A., BOZZATO G., LOMBARDO I. (1995) - Prime sperimentazioni di manipolazione cromosomica in orata (*Sparus aurata* L.). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 317-318.

GARRIDO-RAMOS R., DE LA HERRÁN R., LOZANO R., CÁRDENAS S., RUIZ REJÓN C., RUIZ REJÓN M. (1996) - Induction of triploidy in offspring of gilthead seabream (*Sparus aurata*) by means of heat shock. *J. Appl. Ichthyol.*, **12**: 53-55.

TAVE D. (1993) - In: *Genetics for fish hatchery managers*, AVI Book, Van Nostrand Reinolds, N.Y.: 415 pp.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 321-323

D. Di Cave, *C.R. Kennedy, **S. D'amelio, F. Berrilli, P. Orecchia

Dipartimento di Sanità Pubblica e Biologia Cellulare, Università di Roma "Tor Vergata", Italia.
* Department of Biological Sciences, University of Exeter, UK.
** Istituto di Parassitologia, Università di Roma "La Sapienza", Italia.

STRUTTURA DELLA COMUNITÀ DEI METAZOI PARASSITI DI *LIZA RAMADA* (RISSO, 1826) NEL LAGO DI BURANO

STRUCTURE OF THE METAZOAN PARASITE COMMUNITY OF *LIZA RAMADA* (RISSO, 1826) IN THE BURANO LAKE

Abstract

During studies on metazoan fish parasites in coastal lagoons, a survey on 75 specimens of Liza ramada *(Osteichthyes: Mugilidae) captured in Burano Lake has been carried out. The analysis of the community structure is underlined.*

Key-words: fish parasites, community structure, coastal lagoon.

Introduzione

Gli obiettivi principali degli studi sulle comunità dei metazoi parassiti di organismi acquatici riguardano soprattutto la comprensione della struttura delle comunità stesse e dei meccanismi che ne regolano e ne determinano la composizione. Le comunità dei metazoi parassiti di pesci sono state ampiamente oggetto di studio in ambiente d'acqua dolce (Kennedy *et al.*, 1986; Kennedy, 1990) mentre mancano dati analoghi in ambiente salmastro e marino.

Materiali e metodi

Vengono riportati i primi dati relativi a 75 esemplari di *Liza ramada* pescati nel Lago di Burano (GR - Italia). L'analisi della struttura della comunità è stata condotta a livello di "component community" in accordo con le definizioni di Holmes e Price, (1986). Sono stati calcolati i valori di prevalenza (P), abbondanza (A) ed intensità (I) secondo Margolis *et al.*, (1982). Per una valutazione della diversità sono stati utilizzati l'inverso dell'indice di Simpson (D), l'indice di Shannon (H), il numero di specie normalizzato a 100 esemplari (N) (Contoli e Marenzi, 1982) e l'evenness (E). Per una migliore comprensione dei meccanismi che contribuiscono a determinare la composizione della comunità dei metazoi parassiti è stato inoltre calcolato, per ciascuna specie, l'indice di importanza (T) secondo la definizione proposta da Thul *et al.*, (1985) ed è stato considerato il livello di specificità per l'ospite.

Risultati e discussione

Sono stati reperiti e identificati 1982 parassiti appartenenti a 9 diverse specie di metazoi: 2 monogenei, 6 digenei, 1 acantocefalo (Tab.1). I valori di diversità biologica (H=0,51; D=0,19; N=5,62) e di evenness (E=0,23) per l'area in esame sono risultati molto bassi. Questo dato è spiegabile con l'elevato numero di individui

appartenenti ad una sola specie (*Saccocoelium tensum*) che rappresenta l' 89,6% dei parassiti rinvenuti. La valutazione dell'indice di importanza conferma questo dato evidenziando una situazione fortemente sbilanciata in cui è presente una sola specie dominante, sei specie codominanti e solo due specie subordinate. Per quanto riguarda il livello di specificità per l'ospite, tutte le specie parassite rinvenute sono da considerarsi specialiste per i mugilidi. Tra queste, la specie *Ligophorus parvicirrus* è da considerarsi iperspecialista per *Liza ramada*. La presenza e la ripartizione dei parassiti reperiti sembra quindi essere influenzata soltanto dalla presenza di altri mugilidi e non legata alla presenza di specie ittiche appartenenti ad altre famiglie.

Tab. 1 - Specie parassite rinvenute, valori di prevalenza (P), abbondanza (A) e intensità (I) media, minima e massima delle infestazioni, indice di importanza (T) e livello di specificità per l'ospite.

Values of prevalence (P), abundance (A) and mean, minimum and maximum intensity (I), importance's index (T) and specificity level of the parasite species collected.

	P	A	I	T	
Monogenea					
Ergenstrema mugilis	0.20	0.49	2.47 (1-7)	0.53	specialista
Ligophorus parvicirrus	0.03	0.35	13.00 (1-25)	0.05	iperspecialista
Digenea					
Dicrogaster contractus	0.05	0.09	1.75 (1-4)	0.03	specialista
Haploporus benedeni	0.15	0.83	5.64 (1-23)	0.65	specialista
Haplosplanchnus pachysomus	0.05	0.23	4.25 (1-7)	0.06	specialista
Saccocoelium obesum	0.03	0.04	1.50 (1-2)	0.006	specialista
Saccocoelium tensum	0.77	23.69	30.64 (1-150)	98.0	specialista
Saturnius papernai	0.19	0.66	3.57 (1-18)	0.66	specialista
Acantocephala					
Neoechinorhyncus agilis	0.04	0.04	1.00 (1)	0.008	specialista

Bibliografia

CONTOLI L., MARENZI A.R. (1982) - Una valutazione della diversità col metodo della rarefazione applicata al sistema trofico "micromammiferi terragnoli-*Tyto alba*". *Quad. Monografici CNR* AQ/5/**36**: 1-16.

HOLMES J.C., PRICE P.W. (1986) - Communities of parasites. In: Kikkawa J. e Anderson D.J. (eds), *Community Ecology: Pattern and Processes*, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 187-213.

KENNEDY C.R. (1990). Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? In: Esch G.W., Bush A.O., Aho J.M. (eds), *Parasite Communities: Patterns and Processes*, Chapman & Hall, London: 130-156.

KENNEDY C.R., BUSH A.O., AHO J.M. (1986). Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, **93**: 205-215.

MARGOLIS L., ESCH G.W., HOLMES J.C., KURIS A.M., SCHAD G.A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (Report of an *ad hoc* committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasit.*, **68**: 131-133.

THUL J.E., FORRESTER D.J., ABERCROMBIE C.L. (1985). Ecology of parasitic helminths of wood duck, *Aix sponsa*, in the Atlantic Flyway. *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, **52**: 297-310.

Lavoro eseguito con contributo del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 324-326

D. Merola, G. Cozzolino*, E. Raso, P. Abrescia**, G. Ciarcia[1]

Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli Federico II,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.
*Ist. Biol. Riprod. ed Ostetr. Anim. Domest., Università di Bari, Italia.
*Dip. Fisiol. Gen. ed Amb., Università di Napoli Federico II, Italia.

STRESS OSSIDATIVO E CONSUMO DI VITAMINA E IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L.

OXIDATIVE STRESS AND VITAMIN E IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L.

Abstract

Vitamin E is a major scavanger of reactive oxygen species. Fishes, Dicentrarchus labrax *L., were analyzed for their Vitamin E plasma levels. A relationship between these levels and the fish weight was observed. Oxidative stress was found negatively affecting the Vitamin E plasma level.*

Key-words: sea-bass, Vitamin E, growth, hypoxia.

Introduzione

Le cellule in rapida proliferazione hanno un elevato metabolismo, necessario a promuovere processi di biosintesi, sostenuto da alti livelli di fosforilazione ossidativa (Benzi, 1988). Le specie reattive dell'ossigeno (ROS), prodotti tossici rilasciati durante la fosforilazione ossidativa, sono neutralizzate dalle difese antiossidanti, che prevengono la formazione di addotti tossici o l'induzione del processo autocatalitico di degradazione ossidativa lipidica (Barry, 1994; Byung, 1994). Il più efficace sistema di difesa delle membrane cellulari è costituito da "scavanger" idrofobici, tra cui la Vitamina E è il più abbondante (Barry, 1994). In questo lavoro abbiamo considerato il rapporto tra il contenuto di vitamina E plasmatica e il peso corporeo nella spigola (*Dicentrarchus labrax*), focalizzando l'attenzione sulla capacità della Vitamina E di contenere i danni ossidativi in diverse condizioni di consumo di ossigeno.

Materiali e metodi

Spigole (*Dicentrarchus labrax* L.), prelevate dallo stesso lotto di accrescimento (1 anno di età), sono state suddivise in 19 gruppi (N=5) di peso compreso tra 138±1 e 298±2 grammi. Le spigole di ogni gruppo sono state marcate all'opercolo branchiale con anelli colorati. Tutti gli animali sono stati tenuti nella stessa vasca di allevamento commerciale intensivo, in condizioni standard (fotoperiodo naturale; densità di allevamento: 8 kg/m^3; ricambi d'acqua: 6/24 h; O_2: 8 mg/l; T: 16 ± 1 °C; salinità: 7 ± 0,5 g/l; pH: 7.5 ± 0,1).

Dopo 20 giorni di allevamento, le spigole di 14 gruppi sono state singolarmente anestetizzate, pesate e sottoposte a prelievo di sangue (600-700 µl), con siringa eparinizzata dalla cavità pericardica. Il sangue è stato centrifugato per ottenere

[1] Corrispondenza: G. Ciarcia - Dip. Zoologia, Università di Napoli Federico II, Via Mezzocannone 8, 80134 Napoli.

il plasma. Le spigole degli altri 5 gruppi sono state, invece, sottoposte ad esperimento di *ipossia-recupero*. L'ipossia (2 mg/l di O_2 disciolto) è stata ottenuta riducendo il quantitativo di acqua ed immettendo nella vasca altre 15 spigole non marcate. Dopo 40 min di ipossia, il valore normale di O_2 disciolto (8 mg/l) è stato ripristinato mediante insufflazione di ossigeno terapeutico ed aggiunta di acqua fresca. Dopo 10 min è stato prelevato il sangue e preparato il plasma, per ogni animale, come nei controlli.

Dal plasma (50 µl) deproteinizzato è stata estratta con esano la Vitamina E, che successivamente è stata titolata mediante HPLC (colonna C18, flusso 1,5 ml/min, 5% acqua in metanolo), con rilevazione spettrofotometrica (292 nm) (Kaye-Vaugien *et al.*, 1990; Lopez-Sabater *et al.*, 1994). Dai dati ottenuti, per ogni gruppo, sono stati calcolati i valori medi e l'errore standard.

Risultati

La relazione tra Vitamina E plasmatica e peso corporeo, è risultata rappresentabile graficamente da una curva i cui punti sono ben fittati (R=0,96234) dall'arco della parabola $y=ax^2+bx$ (Fig. 1). La concentrazione plasmatica di Vitamina E, in spigole sottoposte ad *ipossia-recupero*, è mediamente ridotta del 42% rispetto ai valori riscontrati nella stessa classe di peso in condizioni standard (Fig. 1, Tab. 1).

Discussioni e conclusioni

La prima fase ha permesso di stabilire la relazione tra Vitamina E e peso corporeo, in spigole della stessa età. E' interessante notare che tale relazione è rappresentata graficamente dall'arco di una parabola con l'asse coincidente con

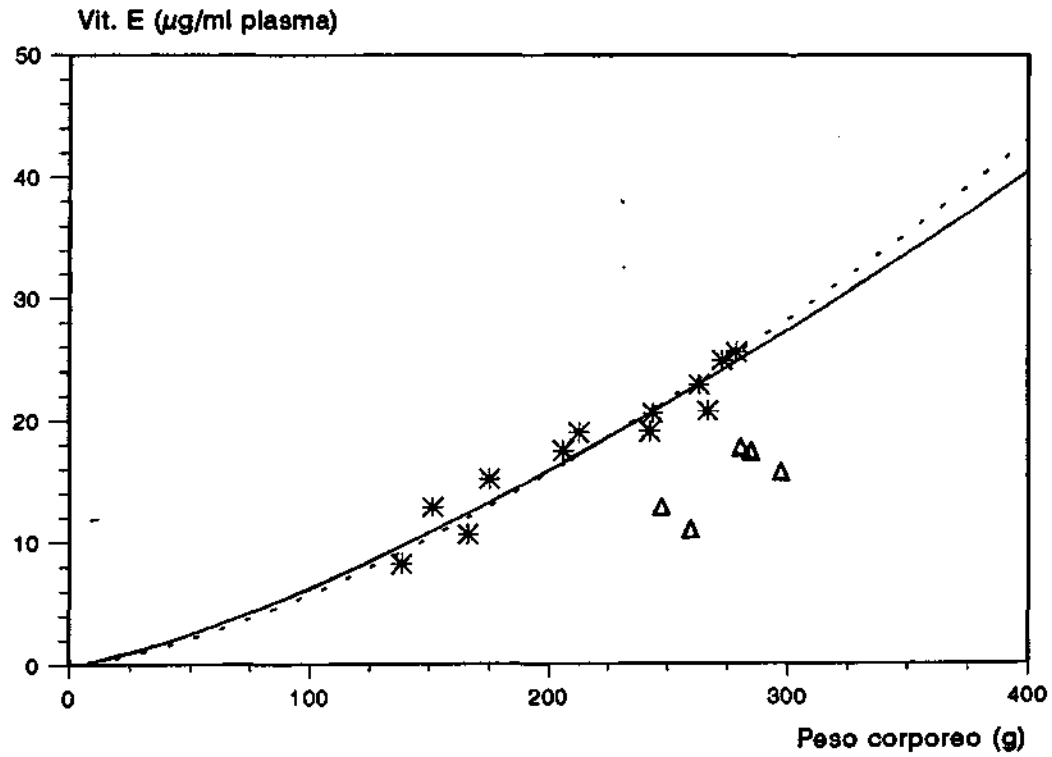


Fig. 1 - Relazione tra peso corporeo della spigola e livelli plasmatici di Vitamina E. Curva $y=ax^2+bx$ (--), Controllo (*), Ipossia-recupero (Δ). Ogni punto rappresenta la media di 5 valori, ognuno ottenuto in duplicato da ogni pesce.

Relation among weight of the fishes and their plasmatic levels of Vitamin E. Curve $y=ax^2+bx$ (--), control (*), Oxidative stress (Δ). Each point represents the mean of 5 values each averaged from two samples of the same plasma.

Tab. 1 - Livelli plasmatici di Vit. E dopo l'esperimento di ipossia-recupero confrontati con i valori previsti dalla curva di riferimento y=ax+bx.

Plasmatic levels of Vit. E after oxidative stress compared with the values foreseen by the curve y=ax+bx.

Gr.	Peso medio (g)	Vitamina E (μg/ml)		
		Riferimento	Ipossia-recupero	△ %
I	249.2±1.4	22.88±0.30	9.12±0.30	39.80
II	261.3±2.7	24.82±0.61	7.20±0.22	29.01
III	281.7±1.3	28.18±0.31	14.56±0.24	51.66
IV	285.9±1.1	28.87±0.26	14.16±0.12	49.05
V	298.8±2.0	31.16±0.51	12.27±0.11	39.38

l'ordinata: questo significa che il rapporto Vitamina E/peso ha una relazione diretta con la velocità dello sviluppo corporeo. Dato che il consumo di vitamina E dipende dall'entità dei fenomeni ossidativi, nei pesci a più lento accrescimento la produzione dei ROS potrebbe essere maggiore. Non è, tuttavia, da escludere che questi pesci assimilino meno Vitamina E di quelli a più rapido accrescimento oppure siano dotati di minori difese antiossidanti diverse dalla Vitamina E (altri tipi di "scavanger" o enzimi antiossidanti).

La relazione tra Vitamina E e peso corporeo è stata, inoltre, utilizzata per studiare le conseguenze dello stress da *ipossia-recupero*. Dati relativi a diverse specie di vertebrati hanno permesso di definire che il fattore critico per l'insorgere dei fenomeni ossidativi, non è la riduzione (graduale o rapida) ma il ripristino della concentrazione ematica di ossigeno (Barry, 1994; Benzi 1988). I nostri risultati indicano che la spigola consuma Vitamina E in risposta allo stress ossidativo. La velocità di accrescimento, in spigole di allevamento commerciale intensivo, potrebbe quindi dipendere dalla concentrazione di ossigeno disciolto, dal fabbisogno alimentare di Vitamina E o da altri antiossidanti endogeni od esogeni. Esperimenti di titolazione della Vitamina C o di dosaggio enzimatico (Glutatione Reduttasi, Glutatione Perossidasi, Superossido Dismutasi, etc.), in spigole nelle stesse condizioni qui descritte, sono necessari per meglio comprendere il ruolo delle difese antiossidanti nell'accrescimento e nella risposta allo stress da ipossia.

Bibliografia

BARRY H. (1994) - Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition Reviews.*, **52**: 253-265.

BENZI G. (1988) - *Il ruolo biologico dell'ossigeno.* Ed. Edimac srl, Tecnografica Milanese Press, Milano.

BYUNG P.Y. (1994) - Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiological Reviews.*, **74**: 139-152.

GONZALEZ-CORBELLA M.J., LLOBERAS-BLANCH N., CASTELLOTE-BARGALLO A.I., LOPEZ-SABATER M.C., RIVERO-URGELL M. (1994) - Determination of α-tocopherol in plasma and erythrocytes by high-perfomance liquid chromatography. *J. Chromatography B.*, **660**: 395-400.

KAYE-VAUGIEN C., KREMPF M.,LAMARCHE P., CHARBONNEL B., PIERI J. (1990) - Determination of α-tocopherol in plasma, platelets and erythrocytes of type I and II diabetic patients by HPLC. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, **60**: 324-330.

Lavoro eseguito con contributo M.R.A.A.F. (L. 41/82, progetto 4C 104).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 327-329

V. MICALE, G. MARICCHIOLO, L. GENOVESE

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata S.Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

STIMOLAZIONE ORMONALE E MATURITÀ INDOTTA IN *SERIOLA DUMERILI* (RISSO, 1810)

HORMONAL STIMULATION AND INDUCED MATURATION IN *SERIOLA DUMERILI* (RISSO, 1810)

Abstract

Administration of a gonadotropin-releasing hormone analogue (GnRHa) was experienced to induce maturation and spawning in cultured amberjack Seriola dumerili. Partial spawning occurred five weeks after stimulation.

Key-words: amberjack, maturity, hormone stimulation.

Introduzione

La ricciola, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), è un Carangide diffuso in tutto il Mediterraneo, dove si riproduce tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate (Sanzo, 1933; Benovic, 1980).

Nonostante il crescente interesse rivolto all'allevamento di questa specie, le conoscenze sulla sua biologia riproduttiva sono ancora incomplete. Nostri precedenti studi hanno evidenziato che, in ambiente segregato, le femmine raggiungono gli stadi finali della vitellogenesi a 5 anni, ma non ovulano nè depongono uova (Micale *et al.*, 1993).

L'esperienza che riportiamo, condotta presso l'Istituto Talassografico di Messina, è un primo tentativo di stimolazione ormonale mirato all'induzione della deposizione, finora mai ottenuta in esemplari allevati.

Materiali e metodi

L'esperienza è stata condotta su esemplari di 5 anni (peso 11.3 ± 1.9 S.D. kg, lunghezza standard 96.0 ± 4.1 S.D. cm) allevati in vasche a terra alimentate con flusso continuo di acqua di mare (13-21°C).

Il 26 Maggio 1995 gli animali sono stati anestetizzati per immersione in bagno contenente 0.1g/l di tricaina (MS222). Gli animali anestetizzati venivano avvolti in panni umidi e le branchie continuamente irrorate con acqua di mare per mantenere un adeguato tenore di idratazione e ossigenazione. Gli esemplari sono stati spremuti per verificare l'emissione di uova o di sperma, quindi sottoposti a biopsia utilizzando una pipetta in plastica (2 mm ∅) che veniva inserita delicatamente nell'orifizio urogenitale.

L'aspirato ovarico veniva esaminato al microscopio. Le femmine sono state stimolate con una iniezione intramuscolare (50 µg/kg) di DTrp^{6}LHRH, in una forma commerciale a cessione protratta (triptorelina D.C.I., Ipsen Biotech), marcate mediante l'innesto di un "tag" di plastica numerato nella muscolatura dorsale e reimmesse in vasca con i maschi.

Risultati e discussione

Circa 5 settimane dopo il trattamento ormonale (T = 17°C), si è verificata l'emissione in vasca di circa 200 ml di uova.

Le uova non erano fertilizzate ed apparivano sferiche, trasparenti, con un diametro di 1.12-1.30 mm ed un'unica gocciola oleosa di 0.3 mm.

Dopo l'emissione le femmine sono state nuovamente sottoposte a biopsia ed è stata confrontata la distribuzione taglia/frequenza degli ovociti in ciascun campione (n>100) prima e dopo la stimolazione ormonale (Tab. 1). Una delle quattro femmine (n. 3116) mostrava, dopo la stimolazione, oltre ad un incremento del

Tab. 1 - Distribuzione taglia/frequenza (%) degli ovociti di *Seriola dumerili* prima (p.s.) e dopo (d.s.) la stimolazione ormonale con Dtrp⁶LHRH.

Size-frequency distribution (%) of oocytes of captive *Seriola dumerili* before and after stimulation with DTrp⁶LHRH

Esemplare n°	Diametro ovociti (µm)									
	< 100		100-250		250-400		400-800		> 800	
	p.s.	d.s.	p.s.	d.s.	p.s.	d.s.	p.s.	d.s.	p.s.	d.s.
3115	96	93	4	7	-	-	-	-	-	-
3116	90	77	9	7	1	1	-	14	-	1
3117	97	81	7	17	-	-	6	2	-	-
3124	90	86	8	8	2	4	-	2	-	-

numero di ovociti in vitellogenesi avanzata (400-800 mm), la presenza di ovociti post-vitellogenici (≥ 800 mm), di ovociti idratati e di alcuni follicoli post-ovulatori.

Dal confronto della distribuzione taglia-frequenza degli ovociti prima e dopo la stimolazione, sembrerebbe che l'ormone sia stato efficace su una delle femmine (n. 3116). Si può, perciò, avanzare l'ipotesi che la modesta quantità di uova emesse provenisse da questo esemplare, in cui hanno senz'altro avuto luogo la maturazione degli ovociti e la parziale ovulazione.

È la prima volta che si ottiene la deposizione di uova da esemplari allevati di *S. dumerili*.

L'uso di un analogo dell'ormone gonadotropino-rilasciante (GnRHa) in una forma a cessione protratta, sperimentato con successo in numerose specie di pesci (Mylonas *et al.*, 1995; Zohar, 1988), appare idoneo per stimolare riproduttori non prossimi all'ovulazione.

Il promettente risultato di questa prova schiude nuove prospettive sulla possibilità di giungere, in tempi brevi, alla riproduzione controllata della ricciola. A tal fine, i seguenti punti vanno chiariti: a) la taglia in cui gli ovociti sono più ricettivi al trattamento ormonale; b) la dose ottimale di ormone, c) l'influenza della temperatura sulla deposizione e la sua possibile interazione con il trattamanto ormonale.

Ripetute spremiture, biopsie e dosaggi ormonali si rendono necessari per ogni ulteriore approfondimento. Per questo motivo, particolare attenzione va rivolta all'ottimizzazione del sistema di cattura in vasca, allo scopo di consentire la manipolazione dei riproduttori minimizzando lo stress.

Bibliografia

BENOVIC A. (1980) - The problems and perspectives of mariculture in the southern Adriatic region. *Nova Thalassia,* **4**: 105-111.

MICALE V., GENOVESE L., GRECO S., PERDICHIZZI F. (1993) - Aspect of the reproductive biology of the amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810). In: Carrillo M., Dahle L., Morales J., Sorgeloos P., Svennevig N., Wyban J. (eds), *From discovery to commercialization*, European Aquaculture Society, Special Publication: **19**: p. 413

MYLONAS C.C., ZOHAR Y. (1995) - Preparation and evalutation of GnRHa-loaded, polymeric delivery systems for the induction of ovulation and spermiation in cultured fish. In: Goetz F.W., Thomas P. (eds), *Proceedings of the Fifth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*, University of Texas, Austin, Texas, U.S.A., July 1995: pp. 130.

SANZO L. (1933) - Uova, larve e stadi giovanili di *Seriola dumerili* (Risso, 1810). *Mem. R. Comit. Talass. Ital.*, **205** (11): 1-14.

ZOHAR Y. (1988) - Gonadotropin releasing hormone in spawning induction in teleosts: Basic and applied considerations. In: Zohar Y., Breton B. (eds), *Reproduction in Fish. Basic and Applied Aspect in Endocrinology and Genetics*, INRA Press, Paris: 47-62.

Questo lavoro è stato svolto con il contributo del M.R.A.A.F. (32/92).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 330-331

V. MICALE, F. PATTI

Istituto Sperimentale Talassografico CNR, Spianata S. Raineri 86 - 98122 Messina, Italia.

ACCRESCIMENTO ED EFFICIENZA DI CONVERSIONE IN *PAGELLUS BOGARAVEO* SOTTOPOSTO A DIFFERENTI REGIMI FOTOPERIODICI

GROWTH AND CONVERSION EFFICIENCY IN *PAGELLUS BOGARAVEO* KEPT UNDER DIFFERENT PHOTOPERIODIC REGIMES

Abstract

The effects of prolonged photoperiod were investigated in Pagellus bogaraveo, *with a view to a possible improvement of growth rate in captivity. A constant long photoperiod 16L:8D significantly increased growth and conversion efficiency in the reared fish, so that they reached the market size (300 g) earlier than controls kept under natural light.*

Key-words: photoperiod, growth, *Pagellus bogaraveo*.

Introduzione

Attraverso il controllo e la manipolazione del fotoperiodo è possibile ottenere un incremento del tasso di crescita in pesci di allevamento (Kadmon *et al.*, 1985). Nell'ambito di studi sulla diversificazione delle specie in acquacoltura, si è voluto verificare l'effetto del fotoperiodo su una specie ad accrescimento lento quale il rovello, *Pagellus bogaraveo* (Krug, 1989), con l'obiettivo di sfruttare questo tipo di controllo durante la fase di ingrasso, per un più veloce raggiungimento della taglia di mercato.

Materiali e metodi

Seicento esemplari di *P. bogaraveo* (62.37±7.48 g) sono stati divisi in tre lotti sperimentali e mantenuti sotto i seguenti regimi fotoperiodici: A) fotoperiodo lungo costante 16L-8D; B) fotoperiodo artificiale crescente per 3 mesi (simulante quello naturale primaverile alla latitudine 38°N) e, successivamente, luce continua 24L-0D fino alla fine dell'esperimento; C) fotoperiodo naturale (controllo). I pesci venivano alimentati due volte al giorno con mangime secco commerciale contenente il 46% di proteina ed il 22% di lipidi. Il cibo veniva offerto manualmente, in piccole porzioni successive, fino alla sazietà. L'esperienza ha avuto la durata di 60 settimane (maggio 1992-luglio 1993). Nel corso dell'esperienza sono stati misurati i seguenti parametri di crescita: Po= peso iniziale (g), Pf= peso finale (g), F= peso cibo consumato/giorno (g), T= intervallo tra due pesate (giorni), tasso di crescita specifico (SGR=lnPf-lnPo/Tx100), efficienza di conversione (FCE=(Pf-Po)/F), consumo giornaliero (R=F/½(Po+Pf)Tx100). I dati sono stati elaborati statisticamente mediante analisi della regressione lineare e test di significatività dei coefficienti di correlazione e regressione.

Risultati

La Fig. 1 mostra l'incremento in peso dei 3 gruppi nell'arco dell'esperienza. I coefficienti di regressione *r*, significativamente diversi da 0 ($P \leq 0.05$), indicano un aumento lineare del peso nel tempo; non vi è differenza significativa dei coefficienti

di regressione tra i gruppi A (b=0.48) e B (b=0.52), ma entrambi differiscono significativamente (P≤0.01) da quello del controllo (b=0.37). Ciò indica che il prolungamento artificiale del fotoperiodo ha accelerato la crescita degli esemplari, come dimostrano anche i diversi valori di SGR (gruppo A = 0.38%, gruppo B = 0.39%, gruppo C = 0.32%). In effetti, i gruppi A e B hanno raggiunto la taglia media commerciale (300 g) in 60 settimane, quando il controllo mostrava ancora un peso medio di 233±10g. La quantità di mangime consumato R, peraltro, è stata superiore nei pesci del gruppo di controllo, ad evidente detrimento dell'efficienza di conversione, che ha registrato in questo gruppo il valore più basso in assoluto (0.34%). Tra i lotti mantenuti a fotoperiodo artificiale la resa migliore si è avuta nel lotto A (16L:8D), che ha mostrato il più elevato valore di FCE (0.52%), anche rispetto al gruppo B (0.46%).

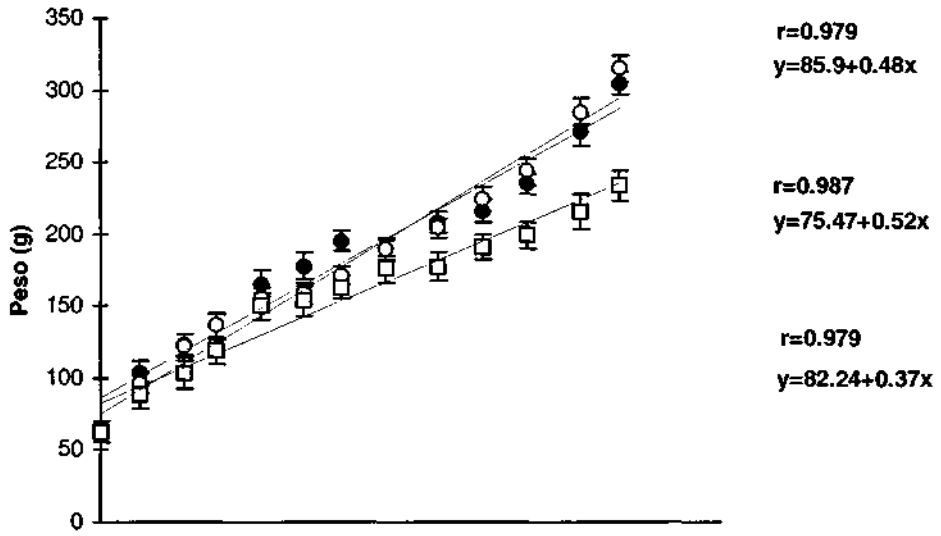


Fig. 1 - Regressione peso/tempo nei tre gruppi sottoposti a differenti regimi fotoperiodici.
(●) fotoperiodo lungo costante
(○) fotoperiodo crescente + luce continua
(□) fotoperiodo naturale

Regression weight/days of the three groups under different photoperiodic regimes.
(●) constant long photoperiod
(○) increasing photoperiod + continuous light
(□) natural photoperiod

Conclusioni

I risultati di questa esperienza indicano che il prolungamento della fase diurna accelera significativamente il raggiungimento della taglia commerciale in *P. bogaraveo*. Il regime fotoperiodico costante 16L:8D, in particolare, appare il più efficace per: a) la più elevata efficienza di conversione, b) la praticità gestionale derivante da un'unica programmazione del temporizzatore, che rimane invariata per tutta la fase di ingrasso, c) il consumo energetico più contenuto rispetto al regime di luce continua.

Bibliografia

KADMON G., GORDIN, H., YARON, Z. (1985) - Breeding-related growth of captive *Sparus aurata* (Teleostei, Perciformes). *Aquaculture*, **46**: 299-305.

KRUG H.M. (1989) - The Azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo*: Age and growth. *Cybium*, **13** (4): 347-355.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 332-334

O. MORDENTI, M. KENTOURI*, A. RONCARATI**, P. MELOTTI**

Istituto di Zoocolture, Università di Bologna, Via S.Giacomo 9 - 40126 Bologna, Italia.
*Istituto Biologia Marina di Creta (IMBC), Iraklio, Grecia.
**Centro Universitario di Ricerca e Didattica in Acquacoltura e Maricoltura, Università di Camerino, Italia.

STATO SESSUALE DEL SARAGO PIZZUTO (*PUNTAZZO PUNTAZZO* GM.) IN CONDIZIONI DI ALLEVAMENTO E PROSPETTIVE DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE

SEXUAL DIFFERENTIATION IN FARMED SHEEPSHEAD BREAM (*PUNTAZZO PUNTAZZO* GM.)

Abstract

Sexual differentiation was studied in 4 years old farmed P. puntazzo *specimen. In a period distant from natural reproduction (February), gonadoctomy was carried out on 66 fish: 29 gonads showed ovaric tissue, 34 presented testicular tissue and only 3 were hermaphrodites. These findings are very important for aquaculture because the availability of sexually differentiated fishes are at the base of the reproductive technique optimization.*

Key-words: *P. puntazzo*, sex differentiation, hermaphroditism.

Introduzione

L'introduzione di nuove specie ittiche nel campo dell'acquacoltura marina richiede un intenso sforzo di ricerca nei settori della biologia riproduttiva e della fisiologia (Divanach *et al.*, 1993), sforzo necessario per la messa a punto di affidabili tecniche riproduttive. La ricerca ha avuto la finalità di acquisire elementi, riguardanti gli aspetti biologici e riproduttivi di uno stock di saraghi pizzuti mantenuti in cattività, attraverso l'analisi istologica delle gonadi.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta su uno stock di 362 saraghi pizzuti di 4 anni di età, ottenuti da genitori selvatici catturati in natura. Nel mese di febbraio è stato prelevato un campione di 66 soggetti sui quali sono stati rilevati i parametri biometrici relativi a peso e lunghezza totale. Si è poi proceduto all'asportazione delle gonadi ed al rilievo dell'indice gonado-somatico (I.G.S.); nell'occasione è stato effettuato il riconoscimento dei sessi e il rilevamento dei pesi di ciascuna gonade.

Ognuna di queste è stata fissata in Bouin per 48-72 ore ed in seguito disidratata con etanolo al 70% per una settimana. Segmenti trasversali, dello spessore di 0,5 cm, sono stati prelevati nella parte anteriore, mediana e posteriore di ciascuna gonade e inclusi in paraffina con istochineta del tipo Citadel 1000; con microtomo 2035 Biocut sono state ottenute sezioni di 6 mm di spessore; i vetrini sono stati colorati con ematossilina di Harris ed esaminati al microscopio.

Risultati

L'analisi istologica dei campioni ha dato i seguenti risultati: 29 gonadi erano costituite da tessuto ovarico, 34 da tessuto testicolare e 3 gonadi provenivano

da individui ermafroditi. Delle 29 femmine esaminate 14 erano ancora lontane dalla maturazione (previtellogenesi); 12 gonadi presentavano lo stesso tessuto ma con qualche ovocita in vitellogenesi; 3 femmine evidenziavano gonadi sufficientemente mature con circa il 50% di ovociti in vitellogenesi. Relativamente ai tessuti gonadici maschili, 20 soggetti presentavano gonadi completamente immature (spermatogoni), 8 soggetti mostravano spermatociti solo a livello periferico e 6 gonadi presentavano un tessuto testicolare prossimo alla maturazione (spermatociti primari e secondari). Dei 3 ermafroditi, il primo presentava la parte anteriore della gonade con circa il 50% di tessuto testicolare immaturo, mentre il restante 50% era costituito da tessuto ovarico provvisto di numerosi ovociti in vitellogenesi. Il secondo mostrava nella parte anteriore e mediana tessuto maschile in via di maturazione e qualche isola di tessuto ovarico in previtellogenesi. La zona posteriore della gonade presentava una porzione ovarica predominante su quella testicolare. L'ultimo soggetto, evidenziava un tessuto testicolare in fase di maturazione con una piccola area ovarica in previtellogenesi.

Dall'osservazione della distribuzione dei sessi in funzione del peso e della taglia si è rilevato come il numero dei maschi tenda a diminuire all'aumentare delle dimensioni dei pesci, mentre per le femmine si è riscontrata una distribuzione più uniforme nelle varie classi di taglia e di peso (Fig 1-2).

Discussione e conclusioni

La presenza di individui con gonadi in fase maschile e femminile, prevalenti su quelli ovariotestis, indicano che anche in cattività *Puntazzo puntazzo*, specie ermafrodita proterandrica, mantiene invariato il suo comportamento relativo al passaggio da una fase sessuale all'altra, passaggio che, al contrario dell'orata, non è strettamente legato ad una precisa classe di età. La modesta presenza di soggetti ovariotestis concorda con quanto rilevato da Faranda *et al.* (1985) e Greco *et al.* (1993).

La distribuzione dei sessi ha mostrato lo stesso andamento osservato in popolazioni naturali sia di *Puntazzo* che di altre specie di sparidi proterandrici (Lissia

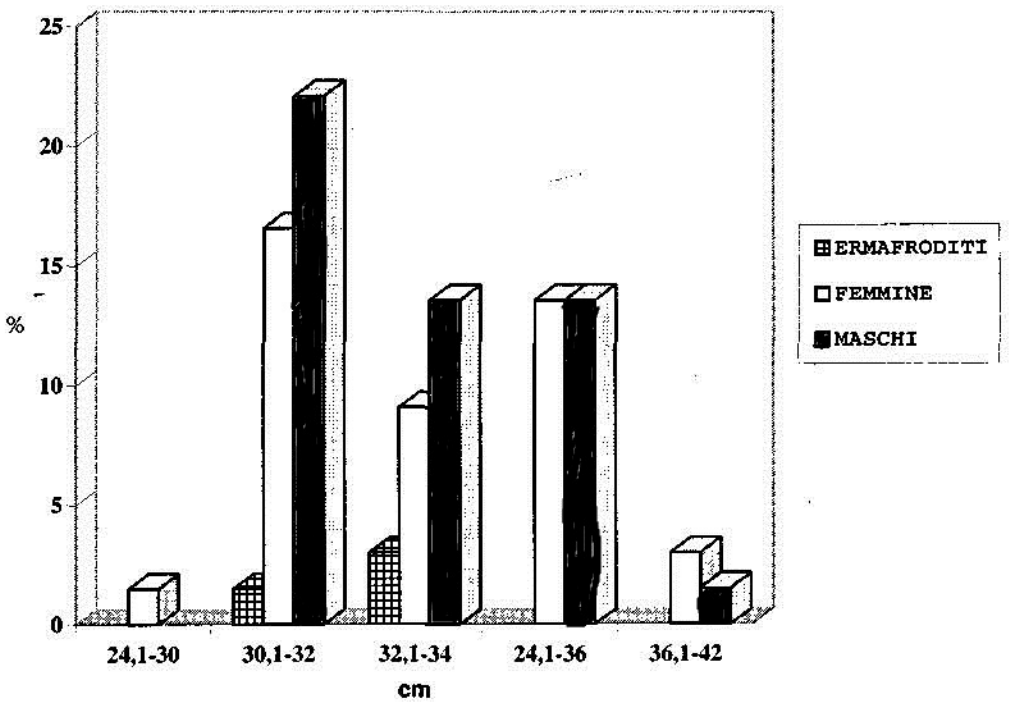


Fig. 1 - Distribuzione percentuale dei sessi per classi di taglia.
Sex Distribution (%) for different size class.

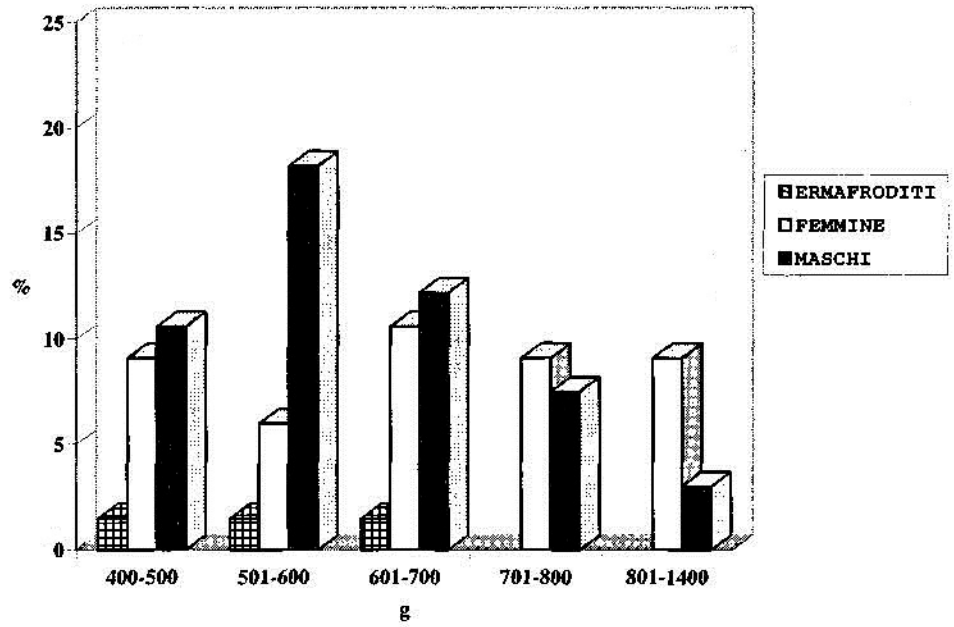


Fig. 2 - Distribuzione percentuale dei sessi per classi di peso.
Sex distribution (%) for different weight class.

e Pala, 1968); per contro la *sex-ratio*, risultata prossima ad 1:1, ha evidenziato un certo equilibrio tra i sessi negli individui che presentavano la medesima età. Da ciò, si può ipotizzare che, in cattività, la proterandria nel *Puntazzo* non si manifesti in maniera regolare, come avviene nell'orata, ma si possa verificare solo occasionalmente.

Le osservazioni da noi condotte potrebbero apparire prevedibili in soggetti esaminati in epoca riproduttiva (settembre-novembre) ma, nel nostro caso, i rilievi sono stati effettuati in un periodo ben lontano dalla riproduzione naturale (febbraio); l'aver riscontrato, inoltre, in tale epoca, gonadi con un soddisfacente grado di sviluppo ed una buona attività gametogenetica, costituisce un fattore importante per poter riprodurre questa specie in cattività anche in periodi diversi da quello naturale.

Tali considerazioni costituiscono il presupposto fondamentale per la messa a punto di una tecnica di riproduzione artificiale affidabile che consenta l'inserimento di questo sparide nel novero delle specie oggetto di acquacoltura, svincolando l'allevatore dal reperimento di soggetti di origine naturale.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'IMBC per aver messo a disposizione i riproduttori e le strutture di ricerca

Bibliografia

DIVANACH P., KENTOURI M., CHARALAMBAKIS G., POUGET F., STERIOTI A. (1993) - Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self feeders. In: *Production, Environment and Quality. Spec. Publ. E.A.S.*, **18**: 285-297.

FARANDA F., CAVALIERE A., LO PARO G., MANGANARO A., MAZZOLA A. (1985) - Preliminary studies on reproduction of *Puntazzo puntazzo* (Gm.) under controlled conditions. *Aquaculture*, **49**: 111-123.

GRECO S., LO PARO G., CARIDI D., PERDICHIZZI F., CAMMAROTO S., MICALE V., GENOVESE L. (1993) - Controlled spawning and larval development in the sharpnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Sparidae). In : *Production, Environment and Quality. Spec. Publ. E.A.S.*, **18**: 185-189.

LISSIA FRAU A. M., PALA M., (1968) - Ricerche sull'ermafroditismo nei Saraghi: *Diplodus sargus* (L.), *Diplodus vulgaris* (Geoff.), *Diplodus annularis* (L.) e *Puntazzo puntazzo* Cetti. *Studi sassaresi*, **46**: 221-242.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 335-338

F. Paesanti, P. Piva, G. Prioli, M. Maffei

ECOMAR Centro di Ricerca Pesca e Acquacoltura, Via Murri, 88 - 47033 Cattolica (RN), Italia.

REPERIMENTO DI NOVELLAME SELVATICO MEDIANTE SISTEMI DI RECLUTAMENTO DI LARVE DI MOLLUSCHI BIVALVI DI INTERESSE COMMERCIALE

SPAT SETTLEMENT OF MUSSEL, OYSTERS AND SCALLOPS ON ARTIFICIAL COLLECTORS IN THE ADRIATIC SEA

Abstract

A seasonal and depth distribution study for larval settlement of mussels, oysters and scallops, was carried out over a period of 2 years at site in the Nord Adriatic Sea, using techniques of spat collection based on artificial collectors (nylon rope, "chinese cap" and "onion bag").

Key-words: Mussel, oyster, scallop, settlement, artificial collector, Adriatic Sea.

Introduzione

In questa ricerca vengono esaminate le catture di novellame selvatico di alcune specie di bivalvi di interesse commerciale (*Mytilus galloprovincialis* Lmk, *Ostrea edulis* L., *Crassostrea gigas* Thunberg, *Aequipecten opercularis* L. e *Pecten jacobaeus* L.) ottenute mediante collettori posizionati a diverse profondità in diversi periodi dell'anno.

Lo scopo è individuare, per ogni specie, il periodo e la profondità più opportune per la captazione delle larve e trarre indicazioni sulla reale disponibilità di seme selvaggio.

Materiali e metodi

La ricerca è stata svolta dal Febbraio 1994 al Dicembre 1995 presso un impianto a barriere artificiali situato in Alto Adriatico a 4 miglia Sud-Est della Sacca di Goro (Lat.44° 43' 30" - Long.12° 21' 30") su un fondale di circa 12 m, indagando sull'intera colonna d'acqua.

Per le diverse specie di bivalvi sono stati utilizzati i seguenti collettori:

– mitili; corda in nylon con camicia trecciata (Φ 32 mm). La corda funge da collettore per l'intera lunghezza.

– ostriche; supporti plastici tipo "cappelli cinesi" (Φ 140 mm) collocati a gruppi di 10 per metro di profondità.

– pettinidi; sacchetti in rete tipo "onion bags", disposti a coppie lungo una corda alla distanza di un metro l'una dall'altra.

Il prelievo dei collettori è stato effettuato dopo un tempo di permanenza in mare di due mesi per ogni collettore, con recuperi effettuati con cadenze mensili. I collettori per i pettinidi nei periodi Aprile-Ottobre 1994 ed Aprile-Ottobre 1995 sono stati immersi ogni quindici giorni e recuperati sempre dopo due mesi di permanenza per comprendere meglio la sequenza della fissazione delle larve durante il periodo in cui si ritiene più elevata l'intensità di attecchimento (Buestel *et al.*, 1979).

In laboratorio dalla corda per i mitili sono stati prelevati, per ogni metro di lunghezza, subcampioni di 10 cm. Per ogni gruppo di "cappelli cinesi" è stato registrato il numero e la specie delle ostriche presenti; in modo analogo si è proceduto per le "onion bags" dei pettinidi.

Risultati

Per i mitili il periodo di massimo insediamento è stato registrato durante la stagione primaverile in entrambe gli anni (fig. 1) e le densità massime osservate interessano la colonna d'acqua compresa entro i primi 6 metri (fig. 2). Le ostriche mostrano invece un maggior insediamento durante l'estate ed inizio autunno, con l'insediamento di *C. gigas* in ritardo rispetto a quello di *O. edulis* (figg. 3-4); le densità massime sono state osservate nei primi 6 m di colonna d'acqua per

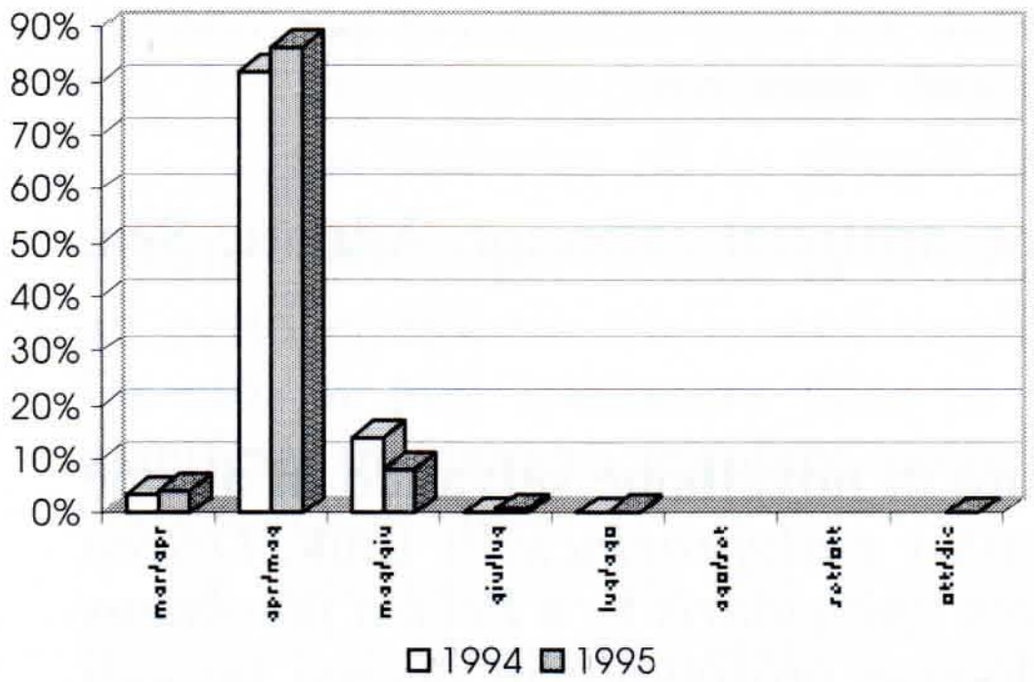


Fig. 1 - Periodi di insediamento di *M. galloprovincialis* relativi al 1994 (n=2289) e 1995 (n=4373).

Percentages of *M. galloprovincialis* settled at different months during 1994 (n=2289) and 1995 (n=4373).

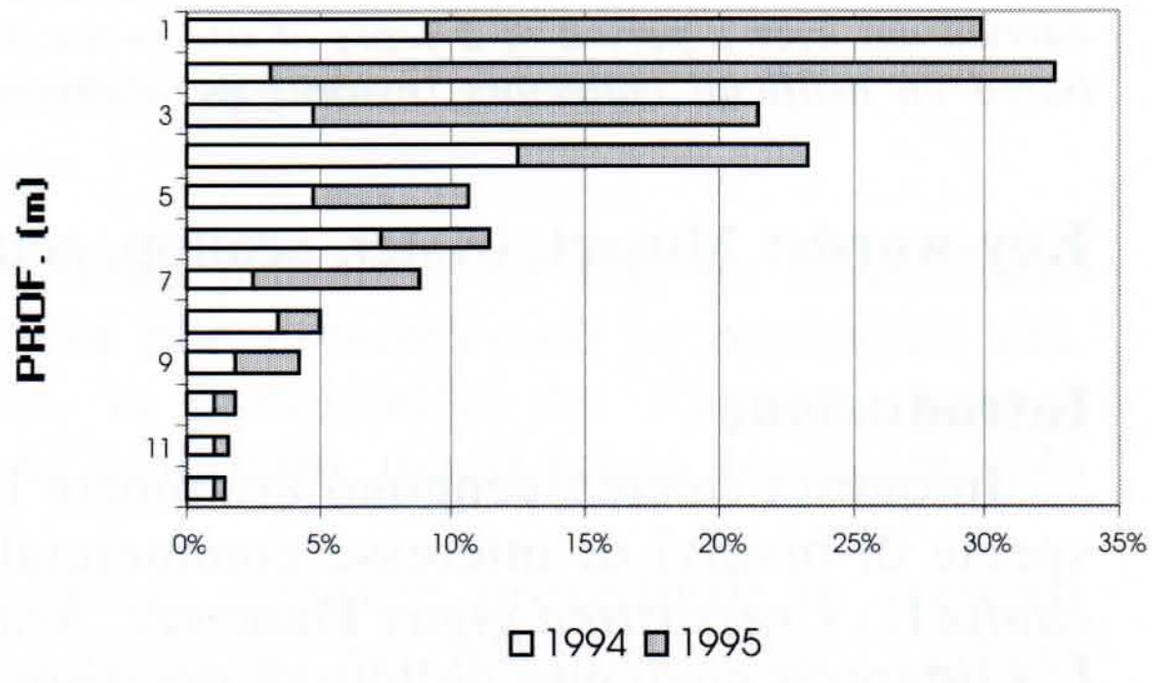


Fig. 2 - Insediamento di *M. galloprovincialis* in funzione della profondità.

Percentages of *M. galloprovincialis* settled at different depths.

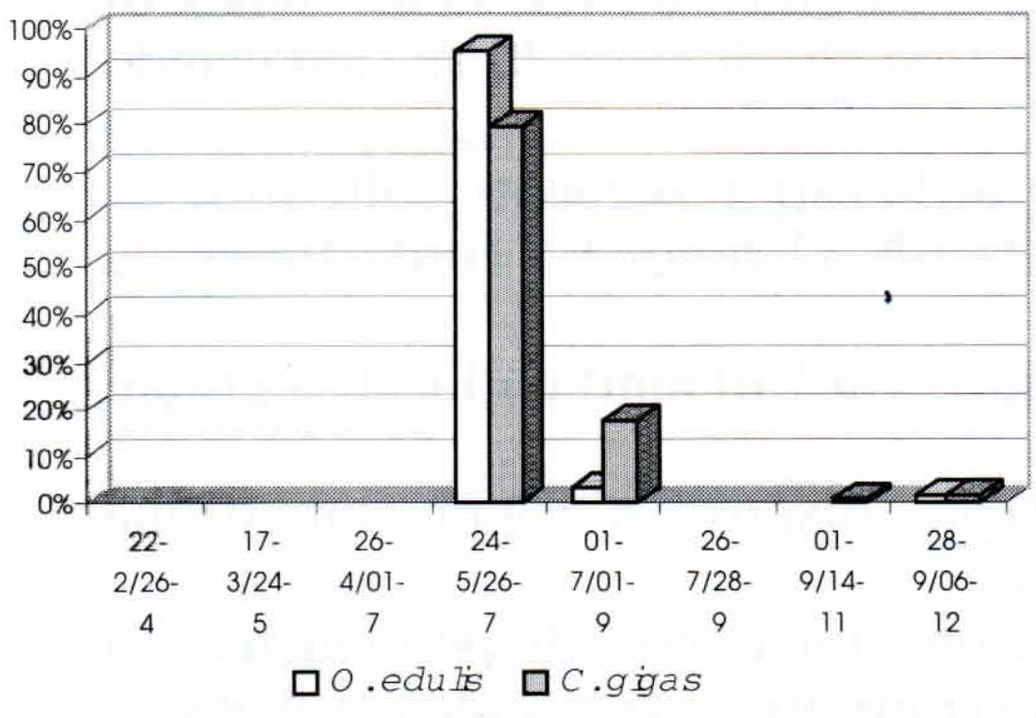


Fig. 3 - Periodi di insediamento di *O. edulis* (n=1056) e *C. gigas* (n=215) relativi al 1994.

Percentages of *O. edulis* (n=1056) and *C. gigas* (n=215) settled at different months during 1994.

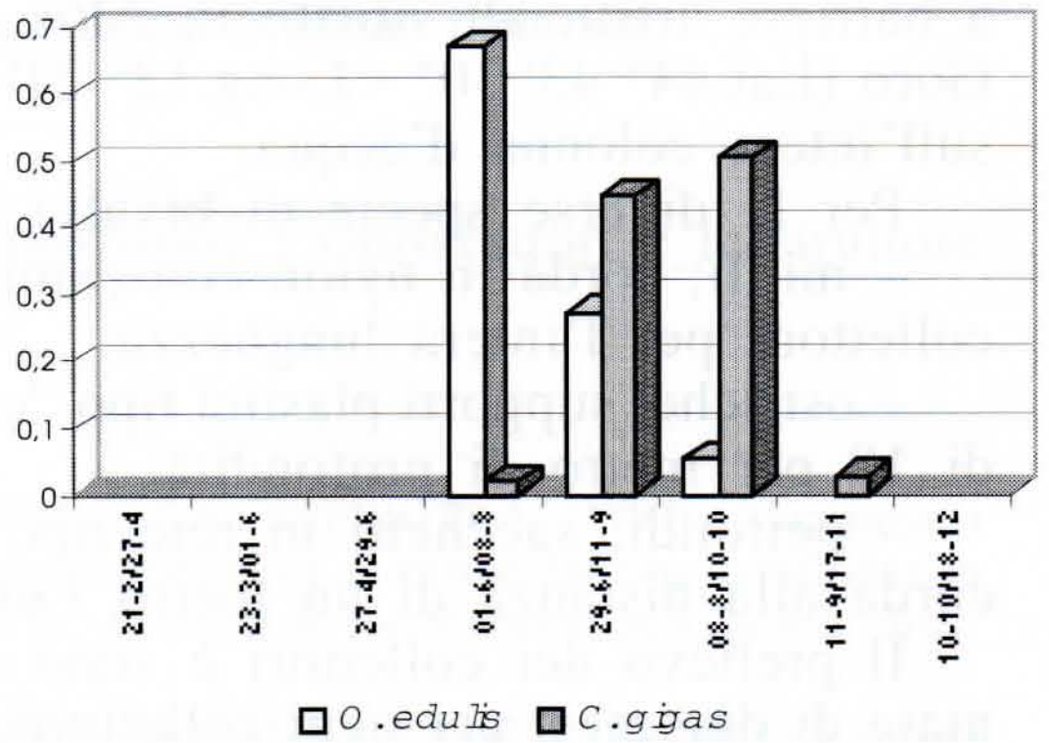


Fig. 4 - Periodi di insediamento di *O. edulis* (n=6526) e *C. gigas* (n=5075) relativi al 1995.

Percentages of *O. edulis* (n=6526) and *C. gigas* (n=5075) settled at different months during 1995.

C. gigas e tra 6 e 12 m per *O. edulis* (fig. 5). I pettinidi, *A. opercularis* e *P. jacobaeus,* presentano il massimo insediamento durante la stagione estiva (figg. 6-7) e le densità più elevate a profondità compresa tra 6 e 10 m (fig. 8).

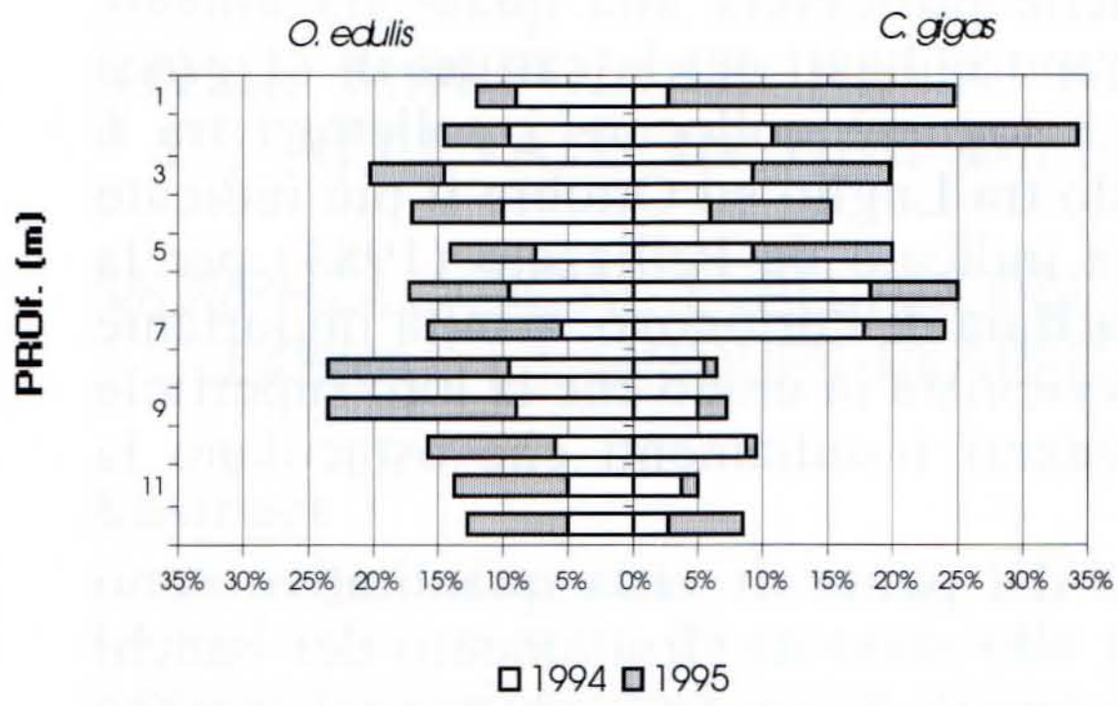


Fig. 5 - Insediamento di *O. edulis* e *C. gigas* in funzione della profondità.

Percentages of *O. edulis* and *C. gigas* settled at different depths.

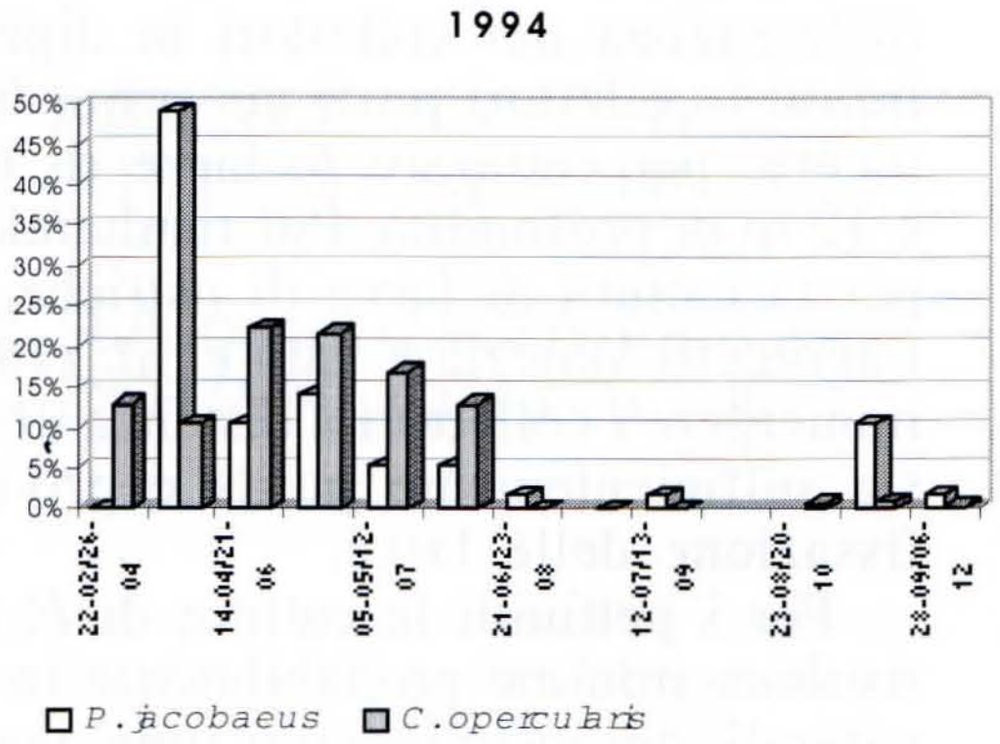


Fig. 6 - Periodi di insediamento di *P. jacobaeus* (n=57) e *A. opercularis* (n=4454) relativi al 1994.

Percentages of *P. jacobaeus* (n=57) and *A. opercularis* (n=4454) settled at different months during 1994.

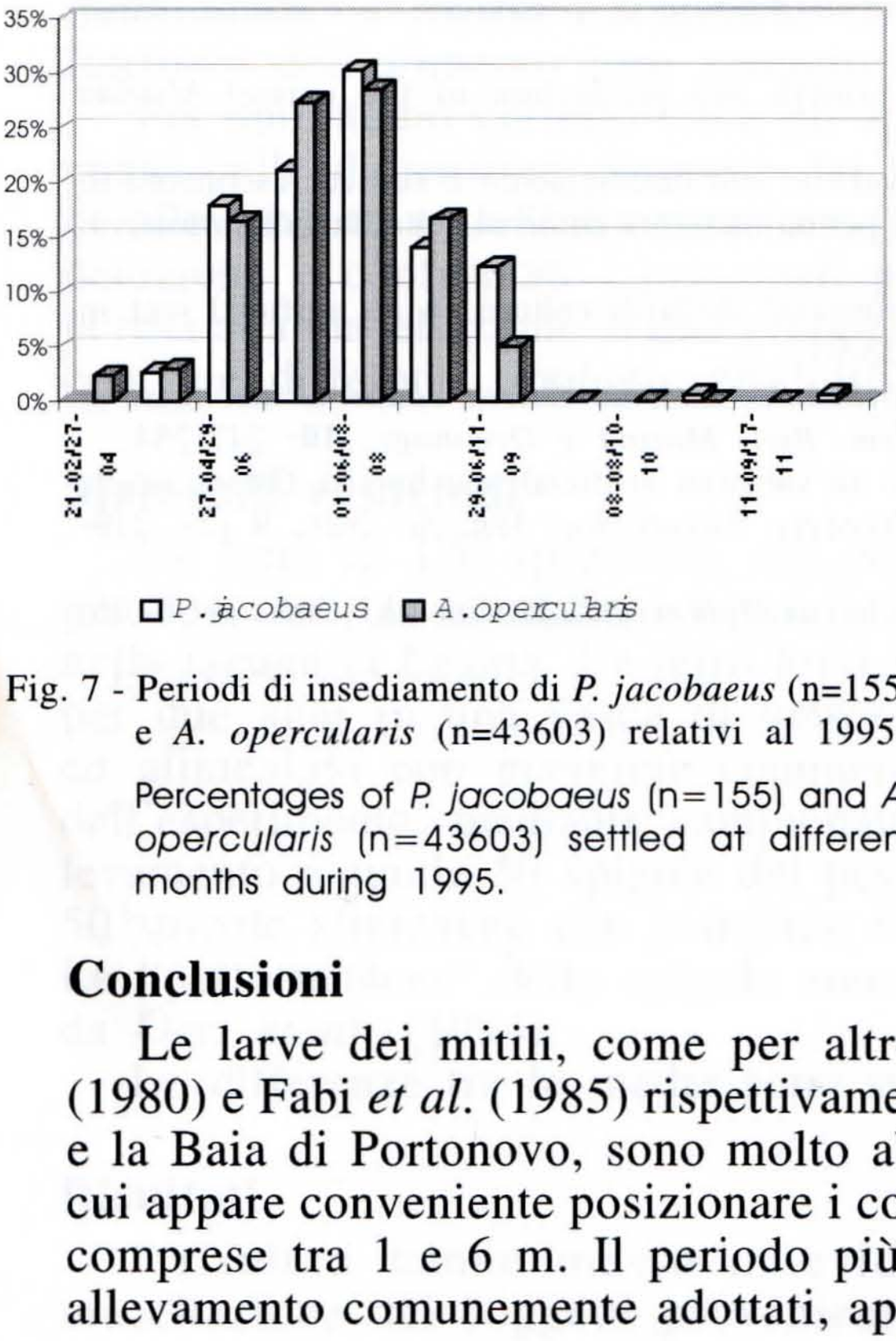


Fig. 7 - Periodi di insediamento di *P. jacobaeus* (n=155) e *A. opercularis* (n=43603) relativi al 1995.

Percentages of *P. jacobaeus* (n=155) and *A. opercularis* (n=43603) settled at different months during 1995.

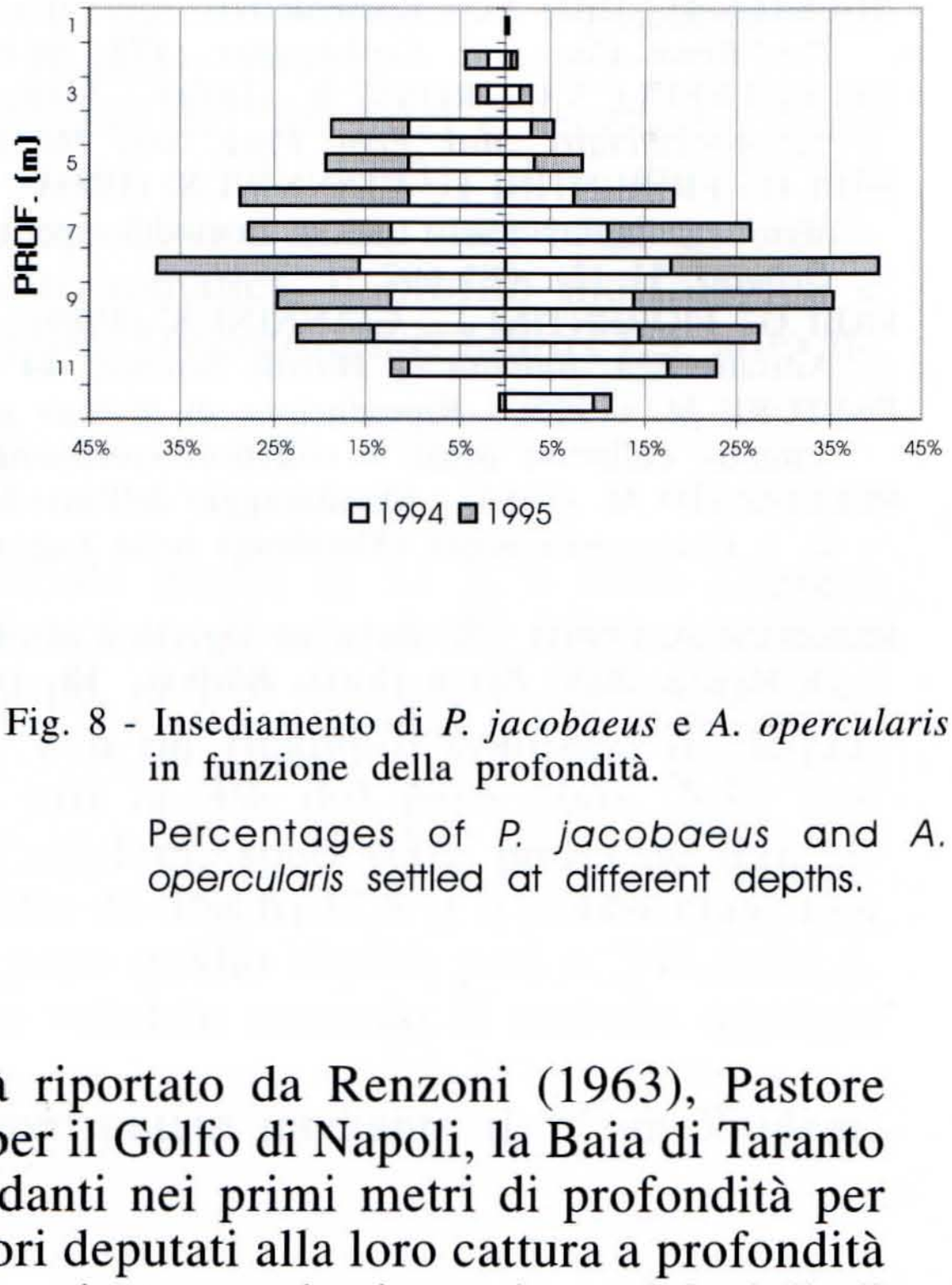


Fig. 8 - Insediamento di *P. jacobaeus* e *A. opercularis* in funzione della profondità.

Percentages of *P. jacobaeus* and *A. opercularis* settled at different depths.

Conclusioni

Le larve dei mitili, come per altro già riportato da Renzoni (1963), Pastore (1980) e Fabi *et al.* (1985) rispettivamente per il Golfo di Napoli, la Baia di Taranto e la Baia di Portonovo, sono molto abbondanti nei primi metri di profondità per cui appare conveniente posizionare i collettori deputati alla loro cattura a profondità comprese tra 1 e 6 m. Il periodo più conveniente, anche in ragione dei cicli di allevamento comunemente adottati, appare senz'altro Gennaio-Febbraio, in quanto

è necessario che i collettori "maturino" per almeno un mese prima di essere nelle condizioni ottimali per permettere la fissazione delle larve dei mitili (Ceccarelli e Rossi, 1984).

Per quanto riguarda le larve delle ostriche dai dati ottenuti si nota una cattura differenziata dei collettori in dipendenza delle profondità alla quale stazionano, infatti i collettori posti nei primi 6 m sembrano indicati per la cattura di *C. gigas* mentre per catturare le larve di *O. edulis* bisognerà collocare i collettori tra 6 e 12 m di profondità. Pur risultando il periodo tra Luglio ed Ottobre il più indicato per la cattura di larve di ostriche, come già indicato da Pellizzato (1984) per la Laguna di Venezia e Fabi *et al.* (1989) per la Baia di Portonovo, risulta importante immergere i collettori a distanza di tempo ravvicinata in modo che la loro superficie sia sufficientemente pulita e priva di precedenti insediamenti che ostacolano la fissazione delle larve.

Per i pettinidi le catture di *P. jacobaeus* dal punto di vista quantitativo sono risultate minime probabilmente in relazione allo stato di sfruttamento dei banchi naturali; più incoraggianti sono apparse le catture di *A. opercularis*, per cui sarebbe interessante far seguire alla fase di reclutamento, prove di allevamento di questa specie in modo da verificarne le reali potenzialità produttive.

In conclusione i risultati ottenuti, seppur strettamente legati alla zona indagata, possono costituire una valida premessa per l'auspicata diversificazione delle attuali monocolture di mitili, utilizzando al meglio le risorse ambientali disponibili.

Bibliografia

BUESTEL D., DAO J.C., LAMARIE G. (1979) - Collecte de naissain de pectinides en Bretagne. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, **175:** 80-84.

CECCHERELLI V.U., ROSSI R. (1984) - Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Ecol. Prog. Sér.*, **16:** 173-184.

FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S. (1985) - Osservazioni sull'insediamento e sull'accrescimento di *Mytilus galloprovincialis* Lmk su un modulo sperimentale per mitilicoltura immerso nella Baia di Portonovo. *Oebalia*, **11** (2): 681-692.

FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S. (1989) - Experimental shellfish culture on an artificial reef in Adriatic Sea. *Bulletin of Marine Science*, **44** (2): 923-933.

PASTORE M. (1980) - Riproduzione di *Mytilus galloprovincialis* Lmk ed *Ostrea edulis* L. nei mari di Taranto: collettori usuali e collettori sperimentali. *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, **10**: 247-254.

PELLIZZATO M. (1984) - Monitoraggio dell'insediamento su substrati artificiali dei bivalvi *Ostrea edulis* L. e *Crassostrea gigas* (Thunberg) nella Laguna di Venezia. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, **9** (2): 219-223.

RENZONI A. (1963) - Ricerche ecologiche e idrobiologiche su *Mytilus galloprovincialis* Lmk. nel Golfo di Napoli. *Boll. Pesca Piscic. Idrobio.*, **18**: 187-238.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 339-340

S. PELOSI, R. D'ADAMO, M. FRANCHI, P. VILLANI

Istituto per lo Studio degli Ecosistemi Costieri, Consiglio Nazionale delle Ricerche,
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.

STIME MORFOLOGICHE SU SPIGOLE *(DICENTRARCHUS LABRAX* L.) ALLEVATE IN DUE DIFFERENTI CONTESTI GESTIONALI

MORPHOLOGICAL EVALUATIONS ON TWO SEA BASS *(DICENTRARCHUS LABRAX* L.) GROUPS REARED AT TWO DIFFERENT CONDITIONS

Abstract

The weight and morphology of two lots of 50 sea basses reared at different conditions were compared. A lot of seabass reared in fibreglass tank was fed a commercial, diet, while another lot was reared in net-cage located in Lesina lagoon, without feed.

Key-words: body characteristics, sea bass, dressing percentage.

Introduzione

E' noto che i Teleostei hanno una capacità di crescita molto flessibile in funzione dell'ambiente circostante, nonché delle condizioni alimentari disponibili (Lanari, 1991). Infatti, questi sono in grado di sopportare sia lunghi periodi di digiuno, mobilitando le risorse energetiche disponibili, sia di accrescersi rapidamente in funzione dell'alimento loro somministrato (Lanari, 1991).

Per uno studio corretto circa gli accrescimenti dei Teleostei è necessario tener conto delle dimensioni corporee dei pesci (Geri *et al.*, 1993), oltre che dei siti di allevamento e dell'alimentazione. In questo lavoro sono stati presi in considerazione e confrontati i principali parametri somatici, il profilo morfologico e la resa alla macellazione di due gruppi di spigole (*Dicentrarchus labrax* L.), allevate con due differenti tipologie produttive.

Materiali e metodi

Un lotto di 170 spigolette, dal peso iniziale medio di 51 g, è stato allevato per due anni, in condizioni naturali, in un recinto di rete di 32 m^2, posizionato nella laguna di Lesina. Un altro lotto, parentale, di 170 esemplari, è stato allevato per due anni in una vasca di vetroresina, con un ricambio continuo di acqua, ed alimentato con mangime commerciale pari al 3% del peso vivo. Alla fine dell'esperimento, mediante campionamento random, sono state prelevate dall'allevamento naturale 50 spigole del peso medio di 154,6±37,8 g e confrontate con 50 spigole alimentate con mangime il cui peso medio risultò pari a 341,1±85,4. Le "performances" delle spigole sono state valutate secondo il metodo adottato da Geri *et al.* (1994).

Le differenze tra le medie sono state confrontate mediante il "t" di Student.

Risultati

I risultati hanno messo in evidenza che le differenze tra le rese alla macellazione dei soggetti provenienti dai due lotti considerati non sono state

significative (Tab. 1), così come non lo sono stati i confronti degli indici craniali. Viceversa, i fattori di condizione sono risultati diversi: quelli degli animali allevati in laguna hanno dato dei valori medi di 1,1 ± 0,1, gli altri allevati in intensivo hanno fornito dei valori medi di 1,2 ± 0,06. Le differenze tra gli indici sopra indicati sono risultate significative ($P < 0,01$). Per quanto riguarda il 1° profilo relativo, questo è risultato significativamente diverso ($P < 0,05$).

Inoltre si evidenzia che esistono differenze significative ($P < 0,001$) per il coefficiente di adiposità perchè funzione del diverso regime alimentare ricevuto, mentre le differenze esistenti circa l'incidenza percentuale delle pinne e delle squame sul peso corporeo testimoniano l'influenza dell'ambiente sulle differenti tipologie di allevamento.

Tab. 1 - Media e deviazione standard (DS) dei componenti corporei di spigole (*Dicentrarchus labrax* L.) allevate in due diversi contesti.

Mean ± S.D. of the body component parts of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) reared at two different conditions.

	Allevamento	DS	Laguna	DS
Peso corporeo (g)	341,10	85,40***	154,60	37,80***
Lunghezza del corpo (cm)	30,41	2,77***	24,30	2,04***
Resa alla macellazione %	88,00	2,00	86,60	3,00
Fattore di condizione	1,20	0,06**	1,10	0,10**
VSI	12,22	1,77	13,18	2,99
CF	6,04	2,02***	1,37	2,11***
Indice craniale	0,24	0,01	0,24	0,01
I° profilo relativo	21,65	0,91*	22,72	0,80*
Pelle %	7,48	1,80	6,80	1,88
Pinne %	,0,016	0,16***	2,13	0,21***
Squame %	0,024	0,59*	3,27	0,46*
Testa %	13,98	0,85***	16,91	1,39***

*P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Discussione e conclusioni

Dai risultati si evince che i due sistemi di allevamento non sembrano influire sullo sviluppo armonico e morfologico degli animali, considerato anche il rapporto percentuale tra le misurazioni somatiche dei pesci. E', infatti, soltanto il regime alimentare ad influire significativamente sulla velocità di accrescimento, attraverso l'aumento della massa e del volume dell'organismo (Tab. 1). Pertanto, per l'ottenimento di rese che siano il più ottimali possibili, si dovrà far riferimento non a tipi morfologici da carne, bensì a tecniche di allevamento, in cui venga stimolato il raggiungimento di taglie commerciali idonee nel più breve tempo possibile.

Bibliografia

GERI G., GUALTIERI M., LUPI P., PARISI G., DELL'AGNELLO M., MECATTI M. (1994) - Evolution morphologique des Téléostéens pendant la croissance. 1. Proposition d'une méthode d'étude. Kestemont P. *et al.* (Eds.) *Measures for Success.* CEMAGREF, F.: 239-242.

GERI G., GUALTIERI M., LUPI P., PARISI G., DELL'AGNELLO M. (1993) - Caratteristiche corporee dell'orata allevata in gabbie galleggianti. *Atti X Congresso Nazionale ASPA*: 593-597.

LANARI D. (1991) - Effetto della dieta sulla composizione corporea della trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*). *Rivista Italiana di Acquacoltura*, **26** (2): 81-94.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 341-342

C. Pretti, G. Monni, S. Rossomanno, A.M. Cognetti-Varriale

Dipartimento di Patologia Animale, Università di Pisa, Viale delle Piagge 2 - 56124 Pisa, Italia.

ANDAMENTO DELLA MICROFLORA INTESTINALE IN SPIGOLE (*DICENTRARCHUS LABRAX*, L.) ALIMENTATE E A DIGIUNO

INTESTINAL MICROFLORA IN FEEDED AND NOT-FEEDED SEABASS

Abstract

An analysis of the variation of intestinal microflora associated with feeded and not feeded sea-bass (Dicentrarchus labrax, *L.*) *was done. Intestinal microflora is strictly influenced by the feeding. The following genera were identified:* Vibrio, Aeromonas, Pseudomonas, Acinetobacter *and* Xanthomonas.

Key-words: Sea-bass, diet, intestinal microflora, gram-negative bacteria.

Introduzione

La microflora intestinale che anche nei pesci riveste notevole importanza nella funzione digestiva può subire variazioni quantitative e qualitative in relazione all'ambiente e all'alimento (Austin, 1987). Si è voluto indagare sulla microflora intestinale di spigola (*Dicentrarchus labrax*, L.) con due regimi alimentari diversi.

Materiali e metodi

L'indagine è stata eseguita su 40 spigole del peso medio di 200 g divise in due gruppi di 20 individui poste in vasche della capacità di 500 l alimentate in continuo con acqua di mare alla temperatura di circa 22°C. Un gruppo è stato alimentato con un mangime commerciale pellettato (Trouvit) in ragione dell'1% p.v./die mentre l'altro gruppo è stato tenuto a digiuno per un'intera settimana prima dell'inizio della prova e per l'intera durata dell'indagine. Ogni sette giorni venivano prelevati da ogni vasca 5 pesci (Tab. 1) a cui veniva rimosso in sterilità solo il tratto intestinale ed omogeneizzato in acqua di mare sterile in rapporto 1/10 p/v. Il campione così ottenuto veniva seminato per "pour plate" (0,1 ml) su Plate Count Agar (Difco) addizionato al 2% NaCl e per "spread plate" (0,25 ml) su Thiosulfate-citrate-bile salts-saccharase Agar (TCBS) (Difco) addizionato al 2% NaCl, *Pseudomonas* Agar F (PAF) (Difco) addizionato con Cetrimide (0,03%), *Aeromonas* Medium (Difco). All'inizio ed alla fine della prova è stata determinata la carica microbica totale su PCA delle acque di stabulazione dei pesci. Tutte

Tab. 1 - Peso medio dei pesci, temperatura delle vasche e data dei prelievi.

Average weight of fishes, water temperature and age of sampling.

Prelievi	Data	N° Individui	Peso medio alimentato	Peso medio a digiuno	T°C
I	23/08	5	206 g	215 g	22
II	30/08	5	211 g	193 g	23
III	06/09	5	197 g	186 g	23
IV	19/09	5	188 g	205 g	22

le piastre, seminate in triplice replica, sono state incubate a 25°C per 48 h, ad eccezione delle piastre di PAF che sono state incubate per 8 gg. Dalle differenti piastre sono state selezionate tutte le colonie morfologicamente diverse (Crisafi et al., 1986). L'identificazione dei ceppi isolati è stata eseguita secondo la chiave tassonomica proposta da Oliver (1982) fino a livello di genere eseguendo complessivamente i seguenti tests biochimici (standard e kit API 20E System - Biomerieux): ONPG, ADH, LDC, ODC, H_2S, TDA, ureasi, citrati, indolo, Voges-Proskauer, gelatinasi, fermentazione di glucosio, mannitolo, inositolo, sorbitolo, ramnosio, saccarosio, melibiosio, amigdalina, arabinosio, riduzione dei nitrati, catalasi, ossidasi, sensibilità all'O/129, luminescenza, produzione di pigmento.

Risultati

L'andamento della carica microbica riferito al numero di batteri aerobi eterotrofi totali ha mostrato una diversità nei due gruppi di pesci: le cariche microbiche (CFU/g) delle spigole tenute a normale regime alimentare si sono mantenute intorno ai valori 1,2 $x10^5$ e 6 $x10^4$, mentre quelle delle spigole tenute a digiuno hanno mostrato un decremento progressivo (Tab. 2). Sono stati identificati batteri appartenenti ai generi *Vibrio*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Xanthomonas* ed Enterobacteriaceae. Le cariche microbiche totali (CFU/ml) delle acque di stabulazione dei pesci sono indicati in Tab.3.

Tab. 2 - Variazione della carica di batteri Gram negativi eterotrofi totali nei due gruppi.

Variation of number of total gram-negative heterotrophic bacteria in feeded and not-feeeded group.

Prelievi	Gruppo a digiuno CFU/g	Gruppo alimentato CFU/g
I	3,8 x 10^4	6 x 10^4
II	5,4 x 10^3	3,2 x 10^4
III	7 x 10^3	1,2 x 10^5
IV	8,6 x 10^2	4 x 10^4

Tab. 3 - Cariche microbiche totali delle acque di stabulazione dei due gruppi.

Number of total gram-negative heterotrophic bacteria in water.

Acqua di stabulazione	Inizio prova CFU/ml	Fine prova CFU/ml
Gruppo alimentato	5 $x10^4$	1,8 $x10^5$
Gruppo a digiuno	3,9 $x10^4$	6,8 $x10^3$

Conclusioni

La presente indagine ha evidenziato l'influenza della presenza o assenza dell'alimento sulle variazioni della microflora intestinale in spigola, confermando la stretta relazione tra alimento-ambiente e microflora intestinale (Austin, 1987).

Bibliografia

OLIVER J.D. (1982) - Taxonomic scheme for the identification of marine bacteria. *Deep-Sea Research*, **29**: 795-798.

CRISAFI E., GENOVESE L., LA FERLA R., MAUGERI T.L., ZACCONE R. (1986)-Preliminary microbiological investigation on *Diplodus sargus* specimens in intensive rearing. *Microbiologica*, **9**: 321-331.

AUSTIN B., AUSTIN D.A. (1987) - *Bacterial fish pathogens disease in farmed and wild fish.* Chichester, Ellis Horwood.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 343-345

A. RATTO, R. D'ADAMO*, S. PELOSI*, A. MARTELLO**, V. BARBIERI, G. PERRUCCI

Dipartimento di Scienze Zootecniche, Facoltà Medicina Veterinaria, Via Delpino, 1- 80137 Napoli, Italia.
* ISEC C.N.R. - Lesina (Fg), Italia.
** Ist. Meccanica Agraria, Facolta' di Agraria - Portici (Na), Italia.

PROVE DI ATTIVAZIONE DEGLI SPERMATOZOI DI ORATA (*SPARUS AURATA*) IN IPOSALINITA'

SEA-BREAM (*SPARUS AURATA*) SPERMATOZOA ACTIVATION AT LOW SALINITY

Abstract

The effect of salinity on sea-bream spermatozoa motility was evaluated. The results showed that at low salinity (<9‰), the spermatozoa are alive with the eosin test, but they are not activated.

Key-words: spermatozoa, motility, salinity, *Sparus aurata* L.

Introduzione

Come è noto le specie eurialine sopportano ampie variazioni di salinità.In alcuni periodi, infatti, esse abbandonano il mare per migrare verso zone ove la salinità è più bassa.

Tale caratteristica ha permesso lo sviluppo dell'acquacoltura di specie pregiate quali spigola (*Dicentrarchus labrax* L.) ed orata (*Sparus aurata* L.) in acque a basso tenore salino, anche con notevole successo. Tuttavia alcune fasi del ciclo produttivo necessitano di particolari condizioni ambientali, fondamentali in alcuni processi iniziali dello sviluppo e del successivo accrescimento.

In questo lavoro si è voluto indagare sul ruolo della salinità (Morisawa *et al.* 1980) nel processo di attivazione degli spermatozoi di orata, essendo questo un argomento molto sentito nel campo delle biotecnologie applicate all'acquacoltura (Cheng-Sheng *et al.*, 1992).

Materiali e metodi

Sono stati catturati 7 esemplari di orate di sesso maschile nel mar Tirreno (Campania) nel periodo della normale riproduzione (nov. dic.), dal peso medio di 300g.

Questi, sono stati tenuti in stabulazione in un impianto a circuito chiuso, con ossigenazione, temperatura (18°C/20°C) e salinità controllata (36‰). Dopo un breve periodo di adattamento si è proceduto ad una serie di spremiture manuali sui soggetti.

La prova è durata circa 30 giorni, per un totale di 5 prelievi. Sono state registrate le quantità di seme emesso e collocate in provette graduate, per poter quindi effettuare prove di attivazione (William *et al.*, 1995) sul seme fresco e su quello stoccato a 4°C (48h) (Sanchez-Rodriguez Billard R. 1977).

Prima di effettuare le prove di motilità è stata testata la vitalità degli spermatozoi con il metodo dell'eosina (Rochwerger e Cuaniscu 1992).

I soggetti si sono mostrati fluenti secondo quanto riportato in Tab. 1.

Tab. 1 - Quantità (ml) di seme prelevato da maschi di orata (*Sparus aurata*) mediante spremitura.
Amount of semen collect from male sea-bream (*Sparus aurata*) by abdominal pressure.

Pesci	spremitura	spremitura	spremitura	spremitura	spremitura	totale
n°1	0.5	-	0.5	-	-	1
n°2	-	1	-	1	-	2
n°3	-	0.5	-	0.5	-	1
n°4	-	1	-	1.4	-	2.4
n°5	-	0.5	0.2	0.2	0.5	1.4
n°6	-	-	-	0.5	-	0.5
n°7	-	2.5	-	2.5	-	5

Risultati

I risultati ottenuti a diversi livelli di salinità, e precisamente a 36‰ 18‰ 9‰, hanno mostrato che l'attivazione degli spermatozoi avviene normalmente, con valori di motilità che sono stati valutati secondo quanto indicato nella scala riportata da Sanchez-Rodriguez e Billard (1977) (vedi Tab.2).

Dalle osservazioni effettuate si è constatato che la motilità dei nemaspermi di orata era riferibile al IV/V gradino della suddetta scala (Tab. 2).Le prove di motilità sia sul seme fresco, che su quello conservato a 4°C davano valori comparabili fra loro (IV/V Tab.2).

Procedendo per valori inferiori di salinità (<9‰), gli spermatozoi non mostravano nessun movimento, pur essendo vitali alla prova dell'eosina (Rochwerger *et al.*, 1992).

Discussioni e conclusioni

Dalla prova effettuata, si evince che le variazioni di salinità influenzano l'attivazione degli spermatozoi di orata; pertanto è consigliabile effettuare delle

Tab. 2 - Scala di valutazione della motilità degli spermatozoi (Sanchez-Rodriguez e Billard, 1977).
Scoring table for the evaluation of sperm motility (Sanchez-Rodriguez e Billard, 1977).

Valori	Osservazioni
5 (V)	Tutti gli spermatozoi si spostano velocemente; è impossibile fissare l'osservazione su uno di loro.
4 (IV)	La maggioranza degli spermatozoi si spostano ancora velocemente; solo alcuni sono visibili a causa del loro spostamento più lento.
3 (III)	Gli spermatozoi presentano 3 comportamenti(in numero sensibilmente uguale): ■ si spostano vigorosamente ■ si spostano lentamente ■ sono immobili
2 (II)	Pochi spermatozoi si spostano rapidamente; alcuni si spostano lentamente. La maggioranza degli spermatozoi è immobile.
1 (I)	Solo alcuni spermatozoi hanno una leggera agitazione.
0	Tutti gli spermatozoi sono immobili.

fecondazioni in vivo e/o in vitro delle uova di *S. aurata* utilizzando acqua che abbia valore di salinità superiore a 9 ppt. Tuttavia sarà necessario per il futuro approfondire tale tematica, valutando gli effetti sugli spermatozoi di orata allevati in iposalinità.

Bibliografia

CHENG-SHENG L., CLYDE S.T., CHRISTOFER D. KELLEY, MORIWAKE A. (1992) - The effect of salinity on the induction of spawing and fertilization in the striped mullet (*Mugil cephalus*). *Aquacolture*, **102**: 289-296.

MORISAWA M., SUZUKI K. (1980) - Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleostes. *Science*, **210:** 1145-1147.

SANCHEZ-RODRIGUEZ M. BILLARD R. (1977) - Conservation de la mobilité et du pouvoir fecondant du sperm de la truit arc-en-ciel maintenu à des temperatures voisins de 0°C. *Bull. Fr. Peches Piscic.*, **266**: 144-152.

ROCHWERGER L., CUANISCU P.S. (1992) - Distribution of a rat sperm epididymal glycoprotein after "in vitro" and in "in vivo" capacitation. *Mol. Reprod. Develop.*, **31**: 34-38.

KRISE W. F., HENDRIX M.A. (1995) - Evaluation of sperm activating solution in atlantic salmon (Salmo salar) fertilization tests. *Journal of the World Aquacolture Society*, **26** (4): 384-389.

Lavoro eseguito con il contributo M.U.R.S.T. 40%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 346-347

G. Trigari, M. Pirini, V. Ventrella, F. Trombetti A. Pagliarani

Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi", Università di Bologna, Via Tolara di Sopra 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.

ACIDI GRASSI DEL MUSCOLO DI ORATE SELVATICHE E DI ALLEVAMENTO

MUSCLE FATTY ACIDS IN WILD AND FARMED GILTHEAD

Abstract

Wild and reared gilthead differ in the fatty acid composition of both dark and white muscle. The higher content of 18:2n-6 and n-3 PUFA in reared fish resulting into higher unsaturation of muscle lipids with respect to wild ones, agree with the requirements for human nutrition.

Key-words: Gilthead, fatty acids, wild and reared fish.

Introduzione

Il profilo degli acidi grassi dei lipidi dei pesci riflette in gran parte la composizione della dieta. I pesci marini selvatici presentano infatti livelli relativamente alti di acidi grassi poliinsaturi n-3, che sono dominanti in tutto l'ecosistema marino. Nei pesci allevati il profilo degli acidi grassi è condizionato dalla composizione dei lipidi della dieta fornita. Pertanto se i lipidi dietetici sono di origine "terrestre" si può prevedere nei pesci così alimentati un alto tenore in 18:2n-6, acidi grassi monoinsaturi e saturi (Trigari *et al.*, 1992).

Diversamente se le diete inclúdono lipidi di organismi marini, gli acidi grassi dei pesci avranno livelli relativamente alti di acidi grassi poliinsaturi n-3 e n-6. Abbiamo pertanto voluto verificare nell'orata, di cui abbiamo già accertato la scarsa capacità di allungamento e insaturazione degli acidi grassi precursori dietetici (Trigari *et al.*, 1993), se la somministrazione di una dieta che includa lipidi di organismi marini sia in grado di garantire nel muscolo una presenza paragonabile a quella degli individui selvatici di acidi grassi poliinsaturi n-3, in particolare 20:5 e 22:6, noti per le importanti implicazioni nell'alimentazione dell'uomo (Watanabe e Takeuchi, 1989).

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto su due gruppi di 20 orate adulte di taglia commerciale vissute in acqua salmastra e prelevate nel dicembre 1995: il gruppo A proveniva da un allevamento commerciale veneto di tipo intensivo, mentre il gruppo S era costituito da animali selvatici pescati in laguna nella stessa area geografica.

Il gruppo A era stato alimentato per 4 mesi con una dieta commerciale contenente il 50 % di proteine e il 17 % di lipidi in parte di origine marina. Infatti gli acidi grassi n-3 e n-6 costituivano rispettivamente il 23,3±0,5% e il 16,4±0,3% degli acidi grassi totali. Dalla parte dorsale del muscolo laterale è stato separato il muscolo rosso (MR) dal muscolo bianco (MB); MR e MB sono stati quindi suddivisi in due pool per gruppo.

Dopo estrazione dei lipidi totali (Folch *et al.*, 1957), i metilesteri degli acidi grassi, ottenuti dai lipidi totali per transmetilazione usando una soluzione metanolica

di trifluoruro di boro, sono stati separati mediante GLC su colonna capillare e quindi identificati per confronto con opportuni standard. Le differenze sono state valutate mediante t di Student ($p<0,05$).

Risultati

Differenze tra i due gruppi A ed S sono presenti sia in MB che in MR. Infatti il contenuto in % di 18:2n-6 del gruppo A è più elevato sia in MB che in MR (6,8±0,3 e 8,1±0,3 rispettivamente) rispetto al gruppo S (2,3±0,5 e 2,2±0,0). Anche i poliinsaturi n-3 prevalgono nel gruppo A (26,9±0,3 in MB e 20,3±0,3 in MR) rispetto ad S (19,9±0,3 in MB e 15,1±0,3 in MR); analogo comportamento mostrano i poliinsaturi n-6 (9,9±0,3 in MB e 11,1±0,3 in MR per A contro 5,9±0,5 e 4,0±0,2 per S rispettivamente). Conseguentemente gli acidi grassi del gruppo A presentano un più alto indice di insaturazione rispetto a quelli del gruppo S, ma il rapporto n-3/n-6 del gruppo A rimane inferiore al valore del gruppo S. Infine il valore dell'indice aterogenico (IA) è più basso in A (1,1±0,1 in MB e 1,6±0,1 in MR) rispetto ad S (1,6±0,1 in MB e 2,3±0,2 in MR). In entrambi i gruppi sperimentali MB e MR presentano una diversa composizione in acidi grassi.

Discussione e conclusioni

L'insieme dei risultati sembra indicare che un opportuno apporto di lipidi dietetici è in grado di garantire nelle orate allevate una composizione in acidi grassi paragonabile a quella degli animali selvatici. Inoltre il valore di IA, uno dei parametri comunemente utilizzati per la valutazione della qualità dei lipidi, più basso nel gruppo A indica che le orate allevate possono avere acidi grassi preferibili per l'alimentazione umana rispetto a quelle selvatiche. In questo caso specifico però è da tenere in considerazione che il confronto viene fatto con orate di ambiente lagunare dove la contiguità dell'ambiente terrestre può in qualche modo influenzare la composizione della dieta naturale. Il primo bersaglio sono probabilmente gli organismi alla base della catena alimentare che riceverebbero e quindi renderebbero disponibile un maggior apporto di acidi grassi con caratteristiche più simili a quelli tipici dell'ambiente terrestre.

Bibliografia

FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.H. (1957) - A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, **226:** 497-509.

TRIGARI G., PIRINI M., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TROMBETTI F., BORGATTI A.R. (1992) - Lipid composition and mitochondrial respiration in warm- and cold-adapted sea bass. *Lipids*, **27:** 371-377.

TRIGARI G., BIAGI G.L., HRELIA S., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TROMBETTI F. (1993) - Δ^6 desaturase activity in sea bass and gilthead liver. *IBST*, **4:** 117.

WATANABE T., TAKEUCHI M. (1989) - Implications of marine oils and lipids in aquaculture. In Ackman R.G.(ed.), *Marine biogenic lipids, fats and oils*, CRC Press, Boca Raton: 458-479.

Ricerca effettuata con il contributo del MURST 60%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 348-350

S. Acunto, F. Maltagliati, F. Rindi, F. Rossi

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

OSSERVAZIONI FLORISTICHE SUI POPOLAMENTI BENTONICI DELLA BAIA DI LEVANTE DELL'ISOLA DI VULCANO (ISOLE EOLIE)

FLORISTIC OBSERVATIONS ON BENTHIC ASSEMBLAGES IN THE LEVANTE BAY OF VULCANO ISLAND (EOLIAN ISLANDS)

Abstract

Phytobenthic assemblages of Levante bay in Vulcano Island were studied. Vegetation from hard substrata resulted consistent to previous studies. Noteworthy is the occurrence of a bed of the phanerogam Halophila stipulacea *occupying roughly two hectares of sandy bottom from 3 to 27 m depth.*

Key-words: Phytobenthos, *Halophila stipulacea*, Vulcano Island.

Introduzione

La Baia di Levante è una insenatura situata nella parte nord orientale dell'Isola di Vulcano (Isole Eolie, ME). Questa zona è interessata in alcune aree da fenomeni di vulcanismo secondario (Italiano e Nuccio, 1991). Nel presente lavoro vengono riportati i risultati di osservazioni floristiche effettuate nel luglio 1995.

Materiali e metodi

I dati sulla composizione della vegetazione bentonica sono stati acquisiti in immersione autonoma con ARA, mediante rilevamenti visivi e grattaggi di superfici di 400 cm^2 su substrato duro. I campioni sono stati fissati in soluzione di formaldeide al 5% in acqua di mare e trasportati in laboratorio per la determinazione.

Risultati

Su substrato duro la vegetazione della frangia infralitorale è caratterizzata da una fascia di *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff *et* Nizam. e *Sargassum* spp. Nei punti più vicini alle sorgenti idrotermali queste specie sono sostituite da *Bryopsis plumosa* (Huds.) C. Ag. e, a maggior distanza dalle sorgenti, da *Gelidium spathulatum* (Kütz.) Bornet, *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lamour. v. *intricata* (C. Ag.) Grev. e *Flabellia petiolata* (Turra) Nizam. La vegetazione dell'infralitorale superiore è caratterizzata dall'abbondanza di alghe brune dell'ordine Fucales. L'area antistante il Faraglione della Fabbrica è sede di attività vulcanica che si manifesta attraverso emissioni gassose; qui *Cystoseira tamariscifolia* (Huds.) Papenf. è la specie dominante insieme a *Caulerpa prolifera* (Forssk.) Lamour. *C. tamariscifolia* ha mostrato la tendenza a formare una base cespitosa e ad accorciare i cauloidi, come già riscontrato da Giaccone e Bruni (1971). Nelle aree circostanti le specie più abbondanti sono: *D. dichotoma* v. *intricata*, *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, *C. spinosa* Sauv., *C. humilis* Kütz., *C. schiffneri* Hamel f. *tenuiramosa* (Erceg.) Giaccone., *Padina pavonica*

(L.) Lamour. *Stypocaulon scoparium* (L.) Kütz., *Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag. f. *verticillatus* (Light.) Prud'h. Van Reine e *Dasycladus vermicularis* (Scop.) Krasser.

Il substrato sabbioso è colonizzato principalmente da *C. prolifera* e dalle fanerogame *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. e *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. *H. stipulacea* forma una prateria che occupa circa due ettari di substrato, compresa tra le batimetriche di -3 e -27 metri; la prateria è delimitata a Nord ed a Sud rispettivamente dai punti a coordinate geografiche: 38°24'56"N - 14°57'48"E (A); 38°24'49"N - 14°57'48"E (B) (Fig. 1). Il limite superiore appare irregolare e la pianta risulta frammista a *C. nodosa* e *C. prolifera* fino a profondità comprese tra -10 e -15 metri. A batimetriche maggiori la prateria risulta più densa ed occupa uniformemente il substrato fino al limite inferiore, che appare netto tra -20 e -

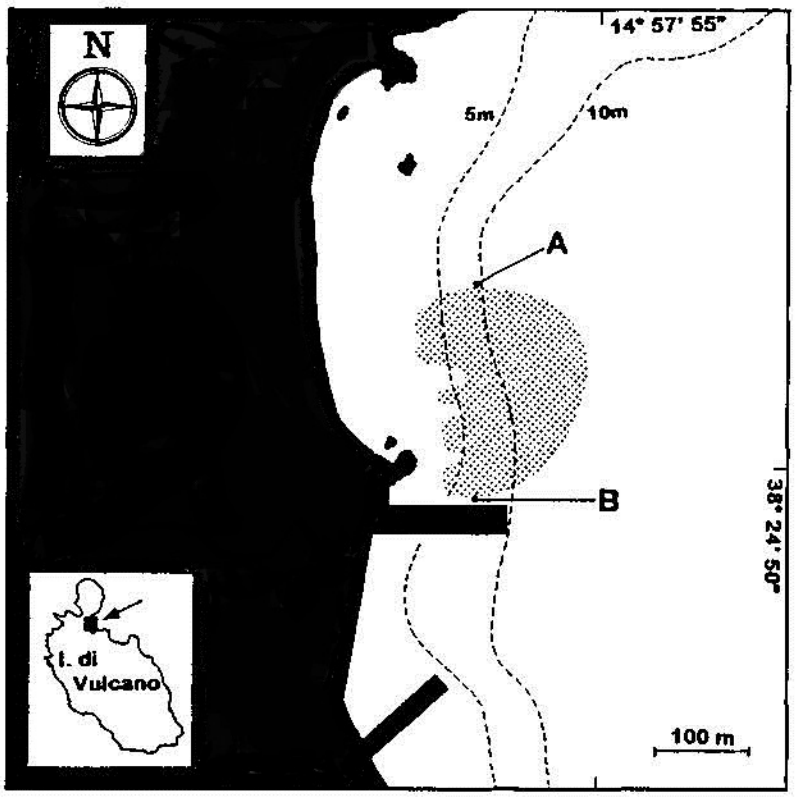


Fig. 1 - Area di studio e localizzazione della prateria di *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers.

Study site and *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. bed position.

27 metri. È da sottolineare inoltre la presenza di numerosi fasci fogliari provvisti di fiori maschili. Non è stata rilevata la presenza di fiori femminili.

Discussione e conclusioni

Nel complesso la composizione floristica dei popolamenti superficiali di substrato duro non ha mostrato differenze rilevanti rispetto a quanto osservato in passato da Giaccone (1969). Per la vegetazione di substrato mobile invece, è da sottolineare la presenza della prateria di *Halophila stipulacea* che è da considerarsi un nuovo insediamento. L'isola di Vulcano rappresenta attualmente, per questa fanerogama, l'unica stazione conosciuta nel bacino occidentale del Mediterraneo. Tale specie ad affinità tropicale è stata più volte segnalata nel Mediterraneo orientale e soltanto da pochi anni è stata rinvenuta lungo le coste ioniche della Sicilia (Villari, 1988; Alongi *et al.*, 1993). La presenza di *H. stipulacea* presso l'Isola di Vulcano testimonia dunque la tendenza ad estendere il suo areale di distribuzione verso occidente.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Comandante e l'equipaggio della M/N *R. Paolucci* della Marina Militare Italiana, per la collaborazione fornita nel corso dell'attività di campo.

Bibliografia

ALONGI G., CORMACI M., PIZZUTO F.(1993) - La macroflora epifita delle foglie di *Halophila stipulacea* (Forssk.)Aschers. Del Porto di Catania. *Biologia Marina, Suppl. Notiz. S.I.B.M.*, **1**: 287-288.

GIACCONE G. (1969)- Associazioni algali e fenomeni secondari di vulcanismo nelle acque marine di Vulcano (Mar Tirreno). *Giorn. Bot. It.*, **103** (5): 353-366.

GIACCONE G., BRUNI A. (1971)- Le Cistoseire delle coste italiane. *Ann. Univ. Ferrara*, Sez. IV, **4** (3): 45-70.

ITALIANO F., NUCCIO P. M. (1991)- Preliminary investigations on the underwater gaseous manifestations of Vulcano and Lipari. *Acta Vulcanol.*, **1**: 243-248.

VILLARI R. (1988)- *Halophila stipulacea* (Forssk.) Aschers. (Hydrocharitaceae). Genere e specie nuovi per l'Italia. *Inform. Bot. Ital.*, **20**: 672.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del programma EOCUMM95 (fondi 40% M.U.R.S.T.).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 351-352

S. ACUNTO, F. RINDI

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via A. Volta 6 - 56126 Pisa, Italia.

VARIABILITÀ SPAZIALE DI POPOLAMENTI FITOBENTONICI IN RELAZIONE AD ATTIVITÀ IDROTERMALI NELLA BAIA DI LEVANTE DELL'ISOLA DI VULCANO (ISOLE EOLIE): STUDIO PRELIMINARE

SPATIAL VARIABILITY OF PHYTOBENTHIC ASSEMBLAGES OF LEVANTE BAY IN VULCANO ISLAND (EOLIAN ISLANDS) RELATED TO HYDROTHERMAL ACTIVITIES: PRELIMINARY STUDY

Abstract

Phytobenthic assemblages of Levante bay in Vulcano Island were studied at two different sites; only one of them was interested by hydrothermal activity. Significant differences in species abundance were found between the two sites.

Key-words: Phytobenthos, Spatial variability, Hydrothermal activity, Vulcano Island.

Introduzione

Gli effetti dell'attività vulcanica sulle biocenosi bentoniche marine sono stati poco studiati (Giaccone, 1969; Acunto *et al.*, 1996). La presente indagine è finalizzata allo studio di popolamenti fitobentonici in un ambiente caratterizzato da fenomeni di vulcanismo secondario nella Baia di Levante di Vulcano (Isole Eolie, ME) (Italiano e Nuccio, 1991).

Materiali e metodi

I rilevamenti sono stati effettuati in immersione autonoma con ARA nel luglio 1995; si è proceduto ad un rilevamento fotografico randomizzato su superfici di 0.25 m^2 distribuite in due siti: uno interessato da intensa attività idrotermale (sito A) e l'altro, distanziato dal primo di circa 200 m, non soggetto a tale attività (sito B). I due siti sono stati scelti con caratteristiche equivalenti di esposizione, profondità (-3 m), inclinazione e tipo di substrato (roccioso). All'interno di ciascun sito si è deciso di campionare in 5 aree scelte con tecniche casuali ed in ciascuna di esse sono stati effettuati sempre in modo casuale 3 rilevamenti. Campioni delle specie più abbondanti sono stati inoltre prelevati per la determinazione. È stato valutato il ricoprimento percentuale delle specie cospicue proiettando le diapositive su una superficie equivalente a quella campionata (Dethier *et al.*, 1993); i dati di ricoprimento sono stati poi analizzati con l'analisi della varianza dopo aver verificato l'omogeneità delle varianze stesse mediante il test di Cochran.

Risultati e conclusioni

Nel sito A il popolamento risulta caratterizzato da *Cystoseira tamariscifolia* (Huds.) Papenf., *Cladophora coelothrix* Kütz. e *Caulerpa prolifera* (Forssk.)

Lamour.; per le prime due specie non è stato possibile eseguire l'analisi statistica a causa della disomogeneità delle varianze. Per *C. prolifera* non risultano differenze significative nei ricoprimenti in relazione ai fattori considerati (sito e area) (Tab. 1). Nel sito B il popolamento appare più diversificato per la presenza di *Cystoseira* spp., *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lamour. v. *intricata* (C. Agardh) Grev., *Stypocaulon scoparium* (L.) Kütz., *Dasycladus vermicularis* (Scop.) Krass., *C. prolifera*, *Acetabularia acetabulum* (L.) Silva e *Padina pavonica* (L.) Lamour. Queste ultime due specie risultano significativamente più abbondanti rispetto al sito A e differenze significative sono state riscontrate anche tra aree all'interno dello stesso sito B (Tab. 1). Nel complesso i due siti sono caratterizzati dalla presenza di specie diverse e da un maggior numero di specie cospicue presenti nel sito B.

Tab. 1 - Analisi della varianza sull'effetto dei fattori sito (S) e area sui ricoprimenti di *C. prolifera* (Caul.), *A. acetabulum* (Acetab.) e *P. pavonica* (Padina).

Analysis of variance on the effects of site (S) and area on the covering of *C. prolifera* (Caul.), *A. acetabulum* (Acetab.) and *P. pavonica* (Padina).

Fonte variab.	g.l.	Caul.			Acetab.			Padina*		
		SQ	F	p	SQ	F	p	SQ	F	p
Sito	1	252.3	1.4	n.s.	24.3	7	*	1.48	30.9	***
Area(S)	8	179.9	0.4	n.s.	3.5	26	***	0.05	2.5	*
Residuo	20	402.4	0.13	0.02						
Test di Cochran		c = 0.33 n.s.			c =0.25 n.s.			c =0.43 n.s.		

* = dati trasformati in arcoseno.

Tali risultati evidenziano una variabilità nella distribuzione delle specie su diverse scale spaziali. Le differenze tra siti permettono di ipotizzare un effetto negativo delle sorgenti idrotermali sullo sviluppo di talune specie; per quanto riguarda le differenze tra aree del medesimo sito, è possibile che siano l'effetto del concorso di più cause peraltro difficilmente identificabili in assenza di dati sperimentali.

Sulla base di tali indicazioni ulteriori indagini si rendono necessarie per poter verificare la correttezza delle ipotesi formulate.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Comandante e l'equipaggio della M/N *R. Paolucci* della Marina Militare Italiana, per la collaborazione fornita nel corso dell'attività di campo.

Bibliografia

ACUNTO S., MALTAGLIATI F., CINELLI F. (1996) - Osservazioni sui popolamenti bentonici di un'area interessata da attività idrotermale nei pressi dell'isola di Panarea (Isole Eolie). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 434-436.

DETHIER M. N., GRAHAM E. S., COHEN S., TEAR L. M. (1993) - Visual versus random-point percent cover estimations: "objective" is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **110**: 9-18.

GIACCONE G. (1969)- Associazioni algali e fenomeni secondari di vulcanismo nelle acque marine di Vulcano (Mar Tirreno). *Giorn. Bot. It.*, **103** (5): 353-366.

ITALIANO F., NUCCIO P. M. (1991) - Preliminary investigations on the underwater gaseous manifestations of Vulcano and Lipari. *Acta Vulcanol.*, **1**: 243-248.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del programma EOCUMM95 (fondi 40% M.U.R.S.T.)

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 353-355

R. Bedini*°△, M. G. Canali*°, C. Baldi*°

* Istituto di Biologia ed Ecologia Marina, Via P. Bovio, 3/4 - 57025 Piombino (LI), Italia.
° Centro Ricerche nel settore delle Tecnologie Avanzate per lo Studio dell'Ambiente Marino - Piombino, Italia.
△ Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Siena, Italia.

MIMETISMO CRIPTICO NEI CROSTACEI DELLA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

CRYPTIC MIMICRY IN CRUSTACEANS FROM *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE MEADOWS

Abstract

The authors carried out seasonal samplings to obtain qualitative knowledge of the zoocenoses associated to Posidonia oceanica *in the area surrounding the headland of Piombino. The samples show, as far as Crustaceans are concerned, several chromatic variations with a clear mimetic meaning.*

Key-words: *Posidonia oceanica*, Decapoda, Isopoda, mimicry, colours, *Hippolyte*.

Introduzione

Nell'ambito di una campagna triennale volta alla caratterizzazione delle zoocenosi associate alle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile insediate sui fondali a Nord ed a Sud di Piombino è parsa di una certa importanza, relativamente alla classe dei Crostacei, la presenza di variazioni cromatiche notevoli in alcune specie appartenenti a Decapoda Natantia e Brachyura ed Isopoda caratteristici dell'ecosistema a *Posidonia*. Si sono evidenziate inoltre, nell'ambito dei gruppi sopra citati, singolari relazioni cromatiche tra le varie parti della lamina foliare della fanerogama e la fauna relativa, tali da far presumere fenomeni di coevoluzione. Sulla base di tali osservazioni è stata individuata un'area di studio nel Golfo di Baratti in cui procedere alla valutazione qualitativa e quantitativa del fenomeno in questione.

Materiali e metodi

Nell'area prescelta sono state localizzate due stazioni di campionamento, rispettivamente alle profondità di -6 e -12 m, lungo un transetto perpendicolare alla costa. Presso le due stazioni, a partire dalla primavera 1995 fino alla primavera 1996, si è proceduto a campionamenti della fauna vagile associata allo strato foliare della prateria con cadenza stagionale, mediante un retino da plancton manovrato a mano in immersione con respiratore autonomo ad aria (Russo *et al.*,1985). La fauna così catturata è stata poi fotografata in laboratorio, identificata e valutata quantitativamente. È stata quindi effettuata una valutazione dell'incidenza delle varie colorazioni nelle catture di *Hippolyte inermis* Leach.

Risultati e discussione

Nei campionamenti effettuati si sono evidenziati numerosi casi di variabilità cromatica che possono essere riferiti ad adattamento mimetico al substrato di insediamento, in particolare a lamine foliari e parti basali di *Posidonia*; sono stati inoltre rilevati interessanti casi di mimetismo allocriptico.

Tra gli isopodi appaiono degne di nota le livree di *Idotea hectica* (Pallas), tali da conferire agli esemplari una perfetta omocromia con le foglie (Noel, 1985), realizzata sia con una colorazione uniforme, variabile dal verde brillante al marrone scuro, che con una colorazione verde a macchie e disegni bianchi, tale da rendere l'individuo poco distinguibile dalla lamina foliare interessata da epifitismo da parte di Bryozoa, o di Alghe del genere *Fosliella* etc. Ciò conferma che in questi Isopodi sono possibili variazioni di colore intraspecifiche legate al substrato di vita (Noel, 1985). Interessante il fatto che alcuni esemplari siano stati catturati, nelle varie stagioni, con colorazioni adeguate allo stadio di sviluppo delle foglie.

Nei Brachyura, di cui sono state indagate particolarmente le specie *Herbstia condyliata* (Fabricius), *Achaeus cranchii* Leach, *Macropodia longirostris* (Fabricius), si è osservata, unitamente ad una colorazione dell'esoscheletro tendenzialmente bruna, l'attitudine ad una notevole attività allocriptica con il reperimento e la collocazione, in special modo sul carapace, di parti di vegetali, granelli di sabbia, frammenti di colonie di Hydrozoa etc. Relativamente ai Natantia sono state evidenziate le seguenti combinazioni cromatiche:

la specie *Palaemon xiphias* Risso è stata in ogni campionamento osservata con una costante ed evidente colorazione verde-bruna con puntini bianchi sul carapace e sull'addome; nella specie *Hippolyte inermis* Leach, al contrario, si è riscontrata una notevole variabilità cromatica intraspecifica. Appare verosimile che gli individui di questa specie, così come dimostrato in *Hippolyte varians* Leach (Chassard-Bouchaud, 1965), siano in grado di modificare i colori delle loro livree in funzione del biotopo. È stata dimostrata, nel genere *Hippolyte*, l'estrema precisione della capacità di imitazione del substrato (Chassard, 1956) e questo conforta la teoria che i Natantia siano in grado di percepire e discriminare i colori. Per quanto riguarda la distribuzione delle varie livree negli individui catturati, è risultato che agli esemplari a colorazione verde, uniforme o con banda bianca longitudinale, che costituivano la maggioranza degli animali reperiti (circa il 76%), coesistevano esemplari a colorazione bianca, celeste pallido, rosa-violetto, bruna (Fig. 1); di

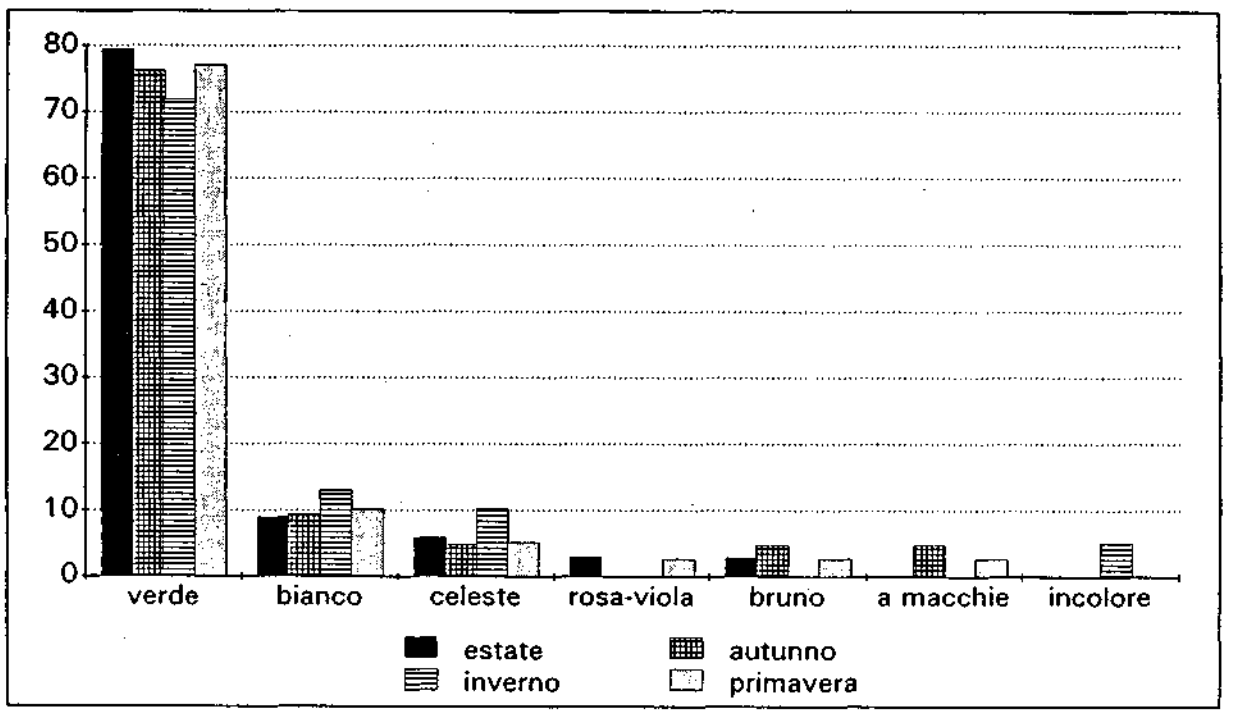


Fig. 1 - Percentuale di individui di *Hippolyte inermis* Leach catturati in un anno, suddivisi nelle varie colorazioni.

Percentage of *Hippolyte inermis* Leach individuals caught over a year, subdivided by colour.

particolare rilievo appare il caso di tre esemplari che presentavano macchie rosate e biancastre su fondo verde, tali da rendere l'animale omocromatico con una lamina foliare di *Posidonia* colonizzata da alghe incrostanti del genere *Fosliella*. Tale tipo di colorazione non è mai stato riportato in letteratura.

Conclusioni

Molto probabilmente in alcune specie la variabilità cromatica intraspecifica deriva dalla possibilità di modificare le proprie colorazioni in lassi di tempo relativamente brevi, quali ad esempio i cicli stagionali della *Posidonia oceanica*, correlandole alle variazioni di colore del biotopo. Questo avvalora la tesi di una visione dei colori quantomeno discreta (Waterman, 1961; Hyatt, 1975) e pare indicare che l'animale discrimini il proprio colore, in modo da farlo corrispondere al substrato prescelto. Sembra interessante il rinvenimento delle colorazioni estremamente sofisticate in *Hippolyte inermis*, che implicano la presenza di vari colori in uno stesso individuo nello stesso tempo, e la convergenza evolutiva di identiche omocromie in differenti ordini di Crustacea che abitano gli stessi biotopi (es., *Idotea hectica*). Altrettanto interessante sembra il fatto che alcuni tra i predatori più numerosi dei Natantia nella prateria a *Posidonia*, quali i Labridae, che cacciano a vista, abbiano livree variopinte che, nel periodo della riproduzione, divengono nei maschi estremamente vistose, a dimostrazione della loro buona discriminazione dei colori a cui corrisponde una altrettanto valida capacità mimetica delle prede.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Carlo Froglia del CNR-IRPEM di Ancona per le preziose indicazioni bibliografiche e tassonomiche.

Bibliografia

CHASSARD C. (1956) - Polymorphisme des populations d'*Hippolyte varians* Leach et comportement en fonction de leur adaptation chromatique présente. *Bull.Soc.zool.France*, **81**, (5-6): 413-418.

CHASSARD-BOUCHAUD C. (1965) - L'adaptation chez les Natantia (Crustacés Décapodes). *Cahiers de Biologie marine*, **6** (5): 469-576.

HYATT G.W. (1975) - Physiological and behavioral evidence for color discrimination by fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae, genus *Uca*). In *Physiological Ecology of estuarine Organisms*, F. John Vernberg ed., Univ. of South Carolina press: 333-365.

NOEL P.-Y. (1985) - L'homochromie et l'homotypie chez les Crustacés. *Bull. Soc. entomol. France*, **90** (150e anniversaire): 1004-1015.

RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (1985) - The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29**: 6.

WATERMAN T.H. (1961) - Light sensitivity and vision. In *The physiology of Crustacea*, T. H. Waterman ed., Academic Press, London, **2** (1): 1-64.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 356-358

R. BEDINI *°△, M.G. CANALI *°, C. BALDI *°

* Istituto di Biologia ed Ecologia Marina, Via P. Bovio 3/4 - 57025 Piombino (LI), Italia.
° Centro Ricerche nel settore delle Tecnologie Avanzate per lo Studio dell'Ambiente Marino, Piombino, Italia.
△ Dipartimento di Biologia Ambientale, Università degli Studi di Siena, Italia.

PROVE DI GERMINAZIONE E COLTIVAZIONE DI SEMI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE IN LABORATORIO

GERMINATION AND GROWING TESTS OF *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE SEEDS IN LABORATORY

Abstract

This study was carried to test the possibility of laboratory culture of Posidonia oceanica *(L.) Delile seeds grown in aquarium conditions. The effects of light on germination, growth and development into plants were studied.*

Key-words: Posidonia oceanica, seeds, plants, germination, development.

Introduzione

Durante la primavera-estate 1994 ha avuto luogo sul litorale piombinese un cospicuo spiaggiamento di frutti di *Posidonia oceanica,* verosimile conseguenza di un'abbondante fioritura e fruttificazione. Sulla base dei dati reperibili in letteratura (Caye e Meinesz, 1984, 1989), si sono intrapresi esperimenti di coltura in laboratorio dei semi della fanerogama marina, allo scopo di verificare la possibilità di ottenere, con una metodologia quanto più possibile semplificata, giovani piante da utilizzare in esperimenti di reimpianto nelle praterie a *Posidonia oceanica* lungo i litorali interessati da fenomeni di regressione delle medesime.

Materiali e metodi

160 frutti di *Posidonia oceanica,* raccolti nelle acque del porticciolo di Marina di Piombino, sono stati suddivisi in due acquari contenenti acqua di mare naturale (60 l di capacità) e substrato sabbioso. La prima vasca (acquario A) è stata collocata in un locale a temperatura ambiente, di fronte ad una finestra esposta, durante alcune ore del giorno, ai raggi diretti del sole, con fotoperiodo normale giorno-notte; la seconda vasca (acquario B) è stata invece posta in un locale in penombra, con la medesima temperatura e fotoperiodo. L'intensità luminosa media è risultata essere pari all'80% ed al 10% della luce esterna, rispettivamente per l'acquario A e per l'acquario B(Caye e Meinesz, 1989). Per la misurazione delle intensità luminose è stato utilizzato un luxmetro digitale mod. HD 8366. Le piantine originatesi in entrambi gli acquari allestiti sono state tenute sotto osservazione, misurando periodicamente la lunghezza media delle foglie e calcolando il numero medio di foglie per fascio.

Risultati

Una cospicua parte dei semi dell'acquario A, circa il 40%, ha germinato e inizialmente una situazione analoga si è osservata anche nell'acquario B. Si sono

sviluppate piantine con foglie e radici. Alla superficie delle radici hanno rapidamente aderito granelli di sabbia, fino a formare dei veri e propri manicotti. L'andamento nel tempo dell'accrescimento foliare è risultato crescente fino a 270 giorni per l'acquario A (Tab. 1), e fino a 40 giorni per l'acquario B (Tab. 2), per poi divenire stabile, sempre in quest'ultimo, tra 40 e 90 giorni, momento in cui le foglie hanno cominciato a morire e a cadere. Nell'acquario A, per le foglie, è stata raggiunta la lunghezza massima di 18 cm, mentre nell'acquario B non sono stati superati i 5 cm.

Tab. 1 - Dati fenologici relativi all'acquario A
R_P: radice principale
R_A: radice avventizia

Aquarium A phenological data
R_P: primordial taproot
R_A: adventitious root

Giorni	5	10	20	40	90	180	270
Lungh.media foglie	0,5	1,2	2,5	6	12	15	18
N.medio foglie	5	6	7	8	9	6	4
Lungh. media R_P	0,1	0,2	0,8	2,2	3	3	3
N° e lungh. R_A	0,05	0,15	0,13 0,24	0,21 0,38 0,36	0,35 0,38 0,4		

Tab. 2 - Dati fenologici relativi all'acquario B
R_P: radice principale
R_A: radice avventizia

Aquarium A phenological data
R_P: primordial taproot
R_A: adventitious root

Giorni	5	10	20	40	90	180	270
Lungh.media foglie	0,4	0,8	2	4,5	4,5	/	/
N.medio foglie	4	5	5	5	3	/	/
Lungh. media R_P	0,1	0,18	0,65	1,5	1,5	/	/
N° e lungh. R_A		0,17	0,19 0,13	0,21 0,16 0,14			

Per quanto concerne il numero medio di foglie per fascio, nell'acquario A esso ha continuato ad aumentare fino al 90° giorno di osservazione, per poi decrescere fino al 270° giorno di vita; nell'acquario B nei primi 10 giorni si è avuto un aumento del numero medio delle foglie, che in seguito si è stabilizzato fino al 40° giorno ed è poi diminuito fino alla morte delle plantule, che ha portato alla loro completa defoliazione dopo 180 giorni di osservazione.

Discussione

Il fattore fisico luce sembra non influenzare la germinazione e la fase iniziale dello sviluppo delle piantine, pur determinando una riduzione nei valori del numero medio di foglie per fascio in presenza di una scarsa quantità di luce. Una pur ridotta intensità luminosa consentirebbe la crescita foliare, ma limiterebbe comunque l'entità e la durata dell'accrescimento foliare, come osservato da Caye e Meinesz (1984, 1989). E' da evidenziare che i valori della lunghezza delle foglie e del numero medio di foglie per fascio sono risultati inferiori rispetto a quelli ottenuti dagli autori francesi. Relativamente alla degenerazione delle piantine dell'acquario A, si deve rilevare che, dopo circa 7 mesi, sulle lamine foliari si è insediata un'alga verde del genere *Cladophoropsis*, il cui fitto "tappeto" di filamenti ha verosimilmente impedito un adeguato irraggiamento delle piantine fino a determinarne la morte. In questi esperimenti è stato dunque evidenziato che semi posti in acquario con substrato non arricchito di nutrienti riescono comunque a produrre plantule utilizzabili (in questo caso, già al terzo mese di coltura) per prove di reimpianto in praterie a *Posidonia oceanica*.

Bibliografia

CAYE G., MEINESZ A. (1984) - Observations sur la floraison et la fructification de *Posidonia oceanica* dans la baie de Villefranche et en Corse du Sud. In: *International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J.Olivier (Eds.), *G.I.S. Posidonie*, Fr., **1**: 193-201.

CAYE G., MEINESZ A. (1989) - Cultures en milieu artificial de *Posidonia oceanica* a partir de graines. In: *International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. C.F. Boudouresque, A. Meinesz, E. Fresi & V. Gravez (Eds.), *G.I.S. Posidonie*, Fr., **2**: 293-299.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 359-363

S. Casellato, G. Conti, A. Petris, B. Santagiuliana

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Trieste, 75 - 30121 Padova, Italia.

DISTRIBUZIONE DEI CROSTACEI NEL BACINO MERIDIONALE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

DISTRIBUTION OF CRUSTACEANS IN THE SOUTHERN BASIN OF THE LAGOON OF VENICE

Abstract

Distribution of Crustacean populations in the southern basin of the Lagoon of Venice was analyzed. The sediment composition mostly influenced the observed distribution, in addition to the presence of seagrass, differentiating stations which have similar hydrodynamic conditions.

Key-words: Crustaceans, distribution, Lagoon of Venice.

Introduzione

Dal XVIII secolo fino ad oggi sono stati condotti numerosi studi sull'ecosistema lagunare veneziano concernenti l'idrodinamica, la geologia e la chimico-fisica delle acque. Le ricerche di carattere biologico sono più rare: più studiati la fauna ittica e il plancton, meno il benthos.

La conoscenza dei Crostacei lagunari si arricchisce durante questo secolo con il contributo di Giordani-Soika che, tra il 1943 e il 1974, produce un consistente numero di lavori, alcuni dei quali corredati da considerazioni ecologiche. In seguito, le zoocenosi a Crostacei sono state più volte investigate; ricordiamo, tra gli altri, i fondamentali contributi di Ruffo (1982, 1989); i lavori di Sconfietti (1983,1989) e la review di Procaccini e Scipione (1992).

Il presente lavoro vuole essere un aggiornamento della distribuzione dei Crostacei nel bacino meridionale della Laguna di Venezia (Chioggia).

Materiali e metodi

Le raccolte del materiale sono state effettuate, nel periodo Maggio 1992-Marzo 1993 al termine delle 4 stagioni, in 10 stazioni distribuite lungo transetti longitudinali disposti con regolarità all'interno di un reticolo precedentemente tracciato. Per maggiori dettagli sulla dislocazione delle stazioni, sulle metodologie di campionamento, sui metodi di analisi e sui risultati relativi all'analisi granulometrica e chimica dei sedimenti, rimandiamo al recente lavoro di Casellato *et al.* (1996).

I valori di densità dei diversi taxa di Crostacei per ogni prelievo stagionale ed in ogni stazione sono stati analizzati applicando metodi di analisi multivariata: è stata utilizzata l'analisi delle componenti principali con la tecnica del biplot, che permette il simultaneo ordinamento delle stazioni e delle variabili (Lagonegro e Feoli, 1986). Gli stessi metodi di analisi statistica sono stati usati anche per i sedimenti. Inoltre, si è tenuto conto della distribuzione delle fanerogame nei fondali esplorati riportata in un recente lavoro di Caniglia *et al.* (1992).

Risultati e discussione

Il numero di taxa raccolti nell'intero periodo di campionamento, risulta essere abbastanza elevato (51) (vedi Tab. 1), inferiore solo a quello dei Policheti della stessa comunità macrobentonica, (64), e superiore a quello dei Molluschi (39) e degli Oligocheti (10) (Casellato *et al.*, 1995). Tra questi, però, solo 7 sono abbondanti, anche se presenti con densità variabili, nelle diverse stazioni e nei

Tab. 1 - Lista dei taxa di Crostacei rinvenuti nel bacino meridionale della Laguna di Venezia nel periodo Maggio '92-Marzo '93.

Crustacean species collected in the southern basin of the Venice Lagoon (May 1992 - March 1993).

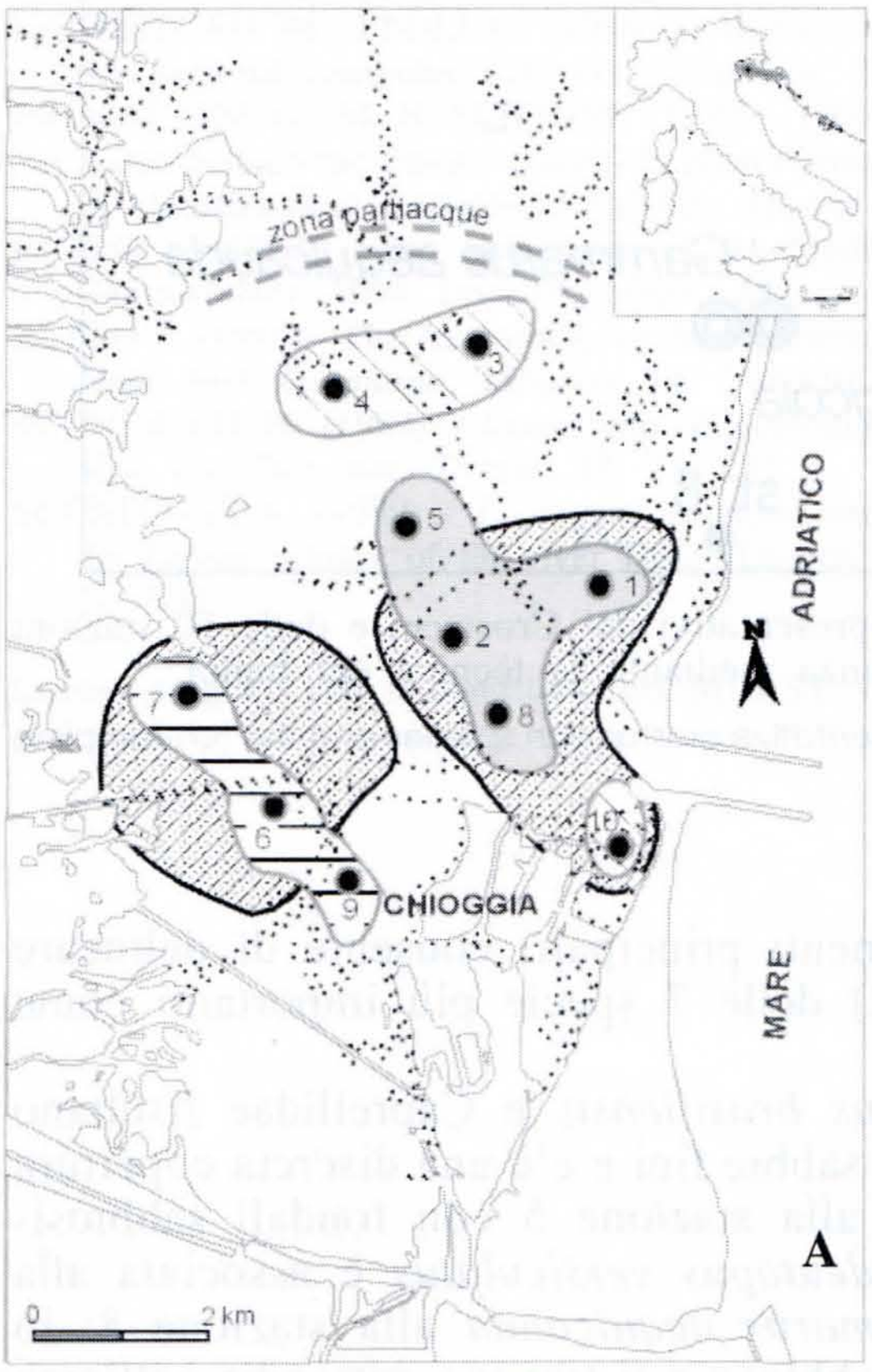
Brachynotus sexdentatus (Risso, 1827)	*Microdeutopus anomalus* (Rathke, 1843)
Portunidae n.d.	*Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853
Iphinoe serrata Norman, 1867	*Microdeutopus versiculatus* (Bate, 1856)
Apseudes latreillei (Milne et Edwards, 1828)	*Gammaropsis maculata* (Johnston, 1827)
Cyathura carinata (Kroyer, 1847)	*Gammaropsis* sp.
Jaeropsis sp.	*Amphithoe ramondi* Audouin, 1826
Idotea baltica (Pallas, 1772)	*Amphithoe* sp.
Idotea sp.	*Erichtonius brasiliensis* (Dana, 1855)
Arcturella dilatata (Sars, 1883)	*Corophium insidiosum* Crawford, 1937
Sphaeroma serratum Fabricius, 1787	*Corophium* sp.
Lepidecreum longicorne (Bate et West., 1861)	*Phtisica marina* Slabber, 1769
Ampelisca diadema (Costa, 1853)	*Pseudoprotella phasma* (Montagu, 1804)
Metaphoxus simplex (Bate, 1857)	*Caprella acanthifera* Leach, 1814
Amphilochus brunneus Della Valle, 1893	*Caprellidae* n.d.
Leucothoe sp.	
Stenothoe tergestina (Nebeski, 1880)	
Colomastix pusilla Grube, 1861	

vari periodi considerati. I taxa più abbondanti in assoluto risultano essere *Ericthonius brasiliensis* e *Corophium* spp.; infatti, la somma delle loro densità totali rappresenta il 44% delle densità dell'intera comunità.

L'ordine degli Anfipodi risulta essere predominante rispetto agli altri taxa di Crostacei censiti, sia per il numero di specie, sia per i valori di densità: questo potrebbe dipendere dalla "euriecità" manifestata da alcune specie di questo ordine. In particolare, la specie *Corophium insidiosum* è la più abbondante all'interno del genere, che a Settembre nella stazione più vicina alla bocca a mare (st. 10) raggiunge il rilevante valore di 15696 ind/m^2. Tale specie è segnalata in letteratura come indicatrice di ambienti in cui si registra la presenza di un elevato contenuto di nutrienti (Ruffo, 1982). La straordinaria quantità di individui raccolti, dunque, potrebbe essere collegata con la vicinanza della stazione all'abitato di Chioggia, direttamente interessato dagli effluenti urbani

Da una visione generale della distribuzione delle specie nell'intera area lagunare, si può chiaramente vedere (Fig. 1A) che le stazioni 1, 2, 5 e 8 hanno il maggior numero di specie, ed inoltre, nella zona limitata dalle stazioni 2, 5, 8, 10 (Fig. 1B) si concentra il maggior numero di individui per unità di superficie. E' interessante notare come queste stazioni siano distribuite nell'area di più diretta influenza marina, mentre le stazioni 3 e 4, più lontane dalla bocca a mare, hanno il minor numero di specie e i più bassi valori di densità.

Non esiste un evidente gradiente di salinità che possa spiegare questa zonazione (il grado di marinizzazione di questo bacino lagunare è molto elevato), pertanto si suppone che sia un fattore legato all'idrodinamismo, che a sua volta condiziona strettamente la granulometria dei sedimenti, ciò che spiega l'andamento osservato.



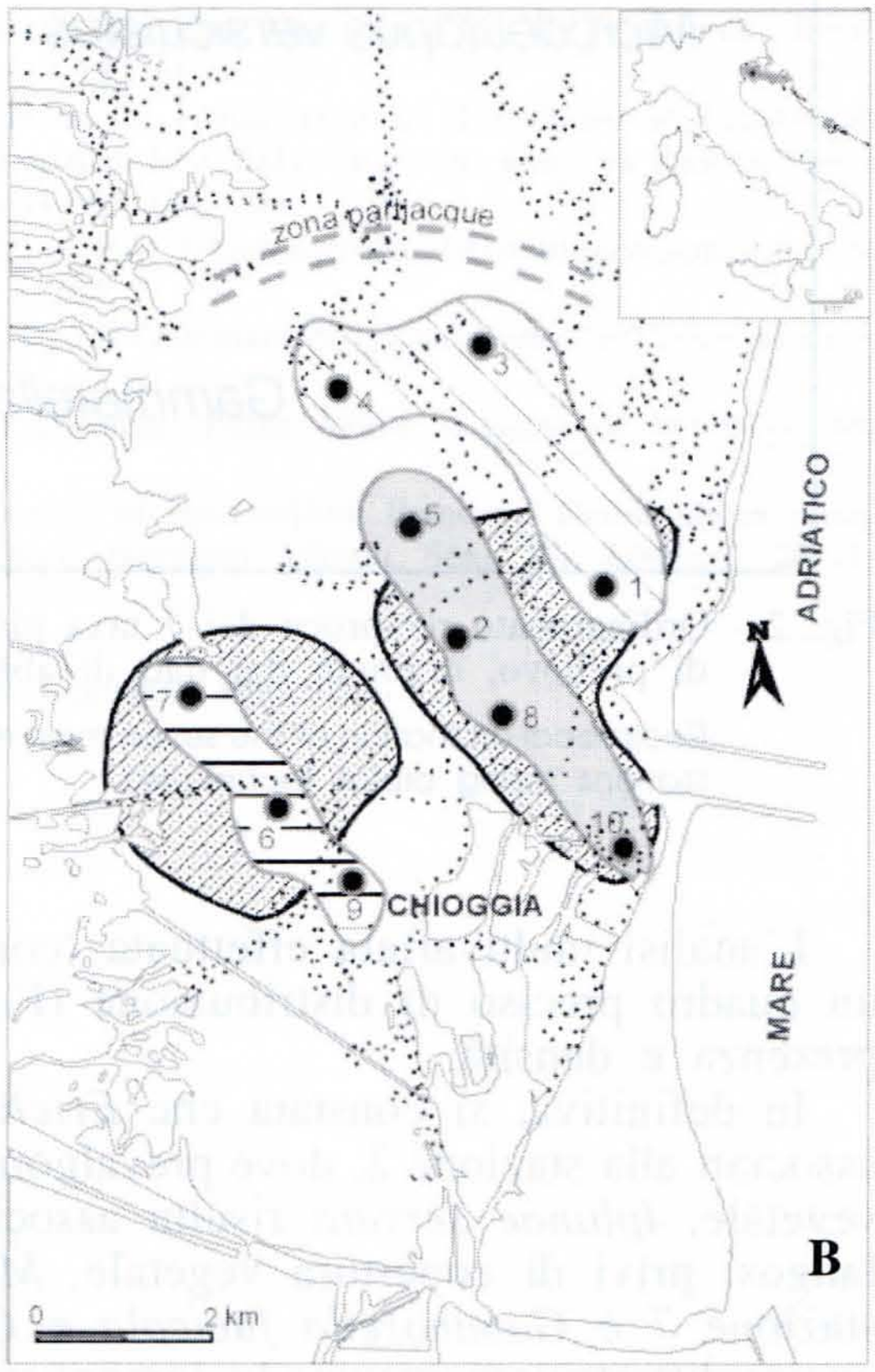


Fig. 1 - A - Aree che presentano diversa ricchezza di specie di Crostacei. B - Aree che presentano diversa densità totale di Crostacei (le aree tratteggiate-punteggiate indicano la distribuzione delle fanerogame secondo i dati riportati in Caniglia *et al.*,1992).

A - Lagoon areas with different number of crustacean species. B - Lagoon areas with different total density of crustaceans (the broken line-dotted ones indicate the phanerogam distribution, according to Caniglia *et al.*, 1992).

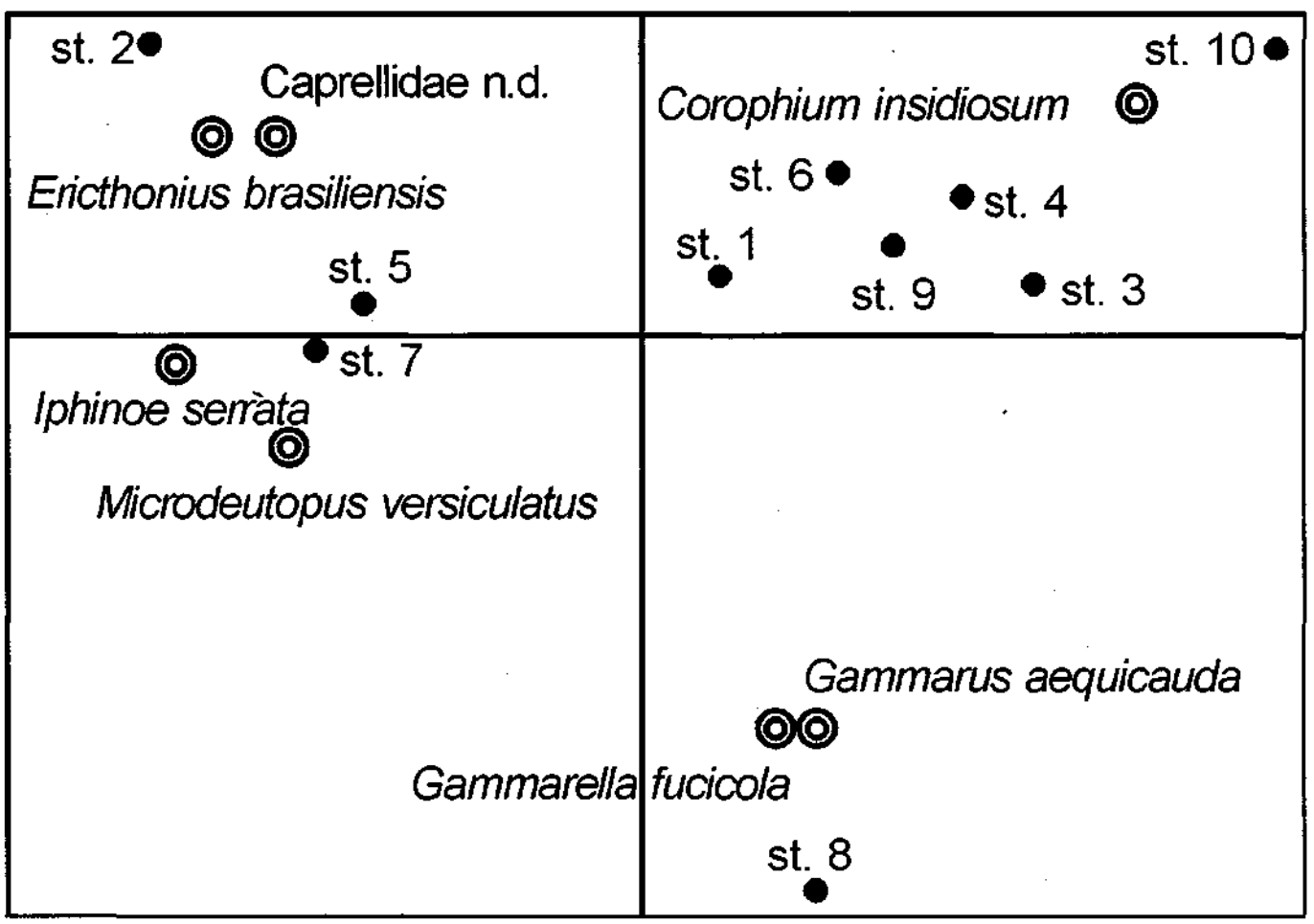


Fig. 2 - Ordinamento reciproco dei 7 taxa più rappresentativi dei Crostacei e delle 10 stazioni di prelievo, ottenuto dai dati di abbondanza mediante la tecnica del biplot.

Reciprocal ordination of the seven most representative crustacean species and the ten sampling stations (using biplot technique).

L'analisi multivariata effettuata (componenti principali) consente di delineare un quadro preciso di distribuzione (Fig. 2) delle 7 specie più importanti come presenza e densità.

In definitiva, si constata che *Erichtonius brasiliensis* e Caprellidae risultano associati alla stazione 2, dove prevalgono le sabbie fini e c'è una discreta copertura vegetale, *Iphinoe serrata* risulta associata alla stazione 5 con fondali sabbiosi-fangosi privi di copertura vegetale, *Microdeutopus versiculatus* è associata alla stazione 7 e *Gammarella fucicola* e *Gammarus aequicauda* alla stazione 8: in queste due stazioni prevale la componente sabbiosa e si trovano entrambe nell'area ricoperta da fanerogame, *Corophium insidiosum* risulta associato alla stazione 10, dove il substrato è prevalentemente sabbioso e ricoperto di un abbondante strato di fanerogame (vedi Fig. 1).

Dobbiamo concludere, dunque, che la distribuzione delle fanerogame e la diversa composizione granulometrica dei sedimenti sono fattori che condizionano strettamente la distribuzione delle specie dei Crostacei nel bacino di Chioggia e sono fattori che si sovrappongono, in definitiva, all'influenza dell'idrodinamismo determinando più che una vera e propria "zonazione" una distribuzione "a mosaico".

Ringraziamenti

Si ringraziano il Prof. Sandro Ruffo (Museo di Stora Natuale di Verona) e il Sig. Maurizio Lorenti (Stazione Zoologica di Napoli) per la verifica della classificazione degli Anfipodi e degli Isopodi rispettivamente e il Prof. Riccardo Brunetti per i dati sui sedimenti.

Bibliografia

CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI A. F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., ZANELLA L. (1992) - Distribuzione delle fanerogame marine [*Zostera marina* L., *Zostera noltii* Hornem, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch] in laguna di Venezia. *Soc. Ven. Sc. Nat.*, **27**: 137-150.

CASELLATO S., CANEVA F., SANTAGIULIANA B. (1995) - Composizione e distribuzione dei popolamenti macrobentonici nella Laguna di Chioggia. *S.It.E. Atti,* **16**: 57-60.

CASELLATO S., CONTI G., ALDEGANI D. (1996) - Analisi strutturale della comunità macrobentonica del bacino meridionale della Laguna di Venezia. *S.It.E. Atti*, **17**: 419-421.

LAGONEGRO M., FEOLI E. (1986) - Analisi multivariata dei dati. Manuale d'uso di Programmi Basic per personal computer. *Libreria Goliardica*, Trieste: 1-182 pp.

PROCACCINI G., M. B. SCIPIONE (1992) - Observation on the spatio-temporal distribution of Crustacean Amphipods in the Fusaro Coastal Lagoon (Central Tyrrhenian Sea, Italy) and some notes on their presence in Mediterranean Lagoons. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology*, **13** (3): 203 - 224

RUFFO S. (1982) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part I Gammaridea (Acanthonotozomatidae to Gammaridae). *Mém. Inst. Oceanogr.*, Monaco, **13**: 1-364.

RUFFO S. (1989) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part II Gammaridea (Haustoriidae to Lysianassidae). *Mém. Inst. Oceanogr.*, Monaco, **13**: 365-576.

SCONFIETTI R. (1983) - Contributo all'ecologia degli anfipodi: Punta Salute (Laguna di Venezia). *Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste*, **35**: 235-252.

SCONFIETTI R. (1989) - Ecological zonation and dynamics of hard-bottom Peracarid Communities along the lagoon estuary of the river Dese (Lagoon of Venice, Northern Adriatic Sea). *Riv. Idrobiol.*, **28** (1-2): 3-31.

Lavoro eseguito con il contributo del MURST Sistema Lagunare Veneziano.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 364-366

L.A. Chessa, M. Scardi*, L. Vitale, A. Pais

Istituto di Zootecnica, Facoltà di Agraria, Università di Sassari,
Via E. de Nicola - 07100 Sassari, Italia.
*Lab. di Ocean. Biologica, Staz. Zoologica "A. Dohrn" - Napoli, Italia.

CICLO NICTEMERALE DI ESPANSIONE E CONTRAZIONE DI POLIPI DI *CORALLIUM RUBRUM* (L.) IN ACQUARIO

DIEL CYCLES OF EXPANSION AND CONTRACTION OF *CORALLIUM RUBRUM* (L.) POLYPS IN AQUARIUM

Abstract

Expansion and contraction cycles of Corallium rubrum *(L.) polyps were studied by means of a time-lapse videocamera in dark aquarium conditions, with and without feeding. Activity patterns were analyzed and behavioural differences among the colonies were found.*

Key-words: *Corallium rubrum*, polyps behaviour, aquarium.

Introduzione

Cicli di espansione e contrazione sono stati osservati in numerosi Antozoi, con notevole varietà dell'attività ritmica anche in forme aventi struttura del polipo simile (Sebens e De Riemer, 1977). La presente ricerca si inserisce in questa problematica ed ha avuto lo scopo di indagare sul comportamento di colonie di corallo rosso tenute al buio.

Materiali e metodi

Per realizzare l'esperimento ci si è avvalsi di una videocamera dotata di faro alogeno e di un congegno *time lapse* autocostruito. Sono state effettuate riprese in acquario su 3 colonie di corallo (T6, T7, T8), tenute al buio in 3 diverse condizioni: digiuno, alimentazione continua (2 nauplii di *Artemia salina*/cc) e alimentazione a giorni alterni. È stato possibile registrare 4185 eventi in circa 2 mesi, con osservazioni ogni 1/2 ora. Sono stati codificati 3 possibili stati dei polipi: retratti, parzialmente espansi e completamente espansi. Sui codici numerici è stata effettuata un'analisi dell'auto-associazione per diversi *lags* temporali, al fine di identificare eventuali periodicità all'interno delle serie esaminate (Davis, 1986).

Sono state considerate soltanto le serie di osservazioni di almeno 96 ore, per un *lag* temporale massimo pari a metà della lunghezza della serie, cioè ad almeno 48 ore. Per ciascun *lag* temporale sono stati confrontati n elementi della serie e la probabilità di osservare una concordanza è dunque:

$$P = \frac{\sum_{k=1}^{m} X_{1k} X_{2k}}{n^2}$$

dove X_{1k} e X_{2k} rappresentano il numero di casi in cui il k-mo valore ricorre nel sottoinsieme estratto rispettivamente dalla serie originale e da quella decalata di

un numero di elementi pari al *lag* temporale. Nel caso in esame, *m,* cioè il numero di possibili stati delle serie, è pari a 3. La probabilità P' di osservare una discordanza ovviamente è il complemento a 1 di P. Sulla base di queste probabilità è stata ottenuta e testata una statistica di χ^2 con un solo grado di libertà (n=1).

Risultati e discussione

Soltanto una colonia (T7) ha mostrato, a digiuno, espansioni improvvise dei polipi. In generale, invece, espansioni e contrazioni si sono verificate in modo graduale nelle diverse parti delle altre colonie, senza distinzione di territori particolari. In condizioni di alimentazione continua ed a giorni alterni, tali fenomeni sono stati prevalenti nelle ore notturne, mentre a digiuno non sono state apprezzate differenze tra ore diurne e notturne. I tempi di espansione e contrazione hanno sempre oscillato tra 0,5 ed 1 ora.

L'analisi dell'auto-associazione, di cui si riportano 2 casi, ha fornito i seguenti risultati:

Nessuna alimentazione (15/2/93-19/2/93): le 3 ramificazioni hanno mostrato picchi di auto-associazione differenti, sovrapposti soltanto per un *lag* temporale di circa 17-18 ore (Fig. 1).

Alimentazione continua (24/11/93-3/12/93): le ramificazioni hanno avuto un comportamento molto diverso, con la T6 caratterizzata da un unico valore significativo per 21 ore, la T7 da picchi di auto-associazione molto netti ed intervallati in maniera regolare per 24, 48, 72 e 96 ore e la T8 priva di alcun valore significativo (Fig. 2).

In entrambi i casi si osserva l'esistenza di una periodicità dell'attività estremamente variabile fra le ramificazioni. E' tuttavia interessante notare come la T7 mostri una periodicità sulle 24 ore molto regolare in condizioni di alimentazione continua ed una periodicità più irregolare ed a frequenza maggiore in condizioni di assenza di alimentazione. Il comportamento delle altre ramificazioni è difficilmente interpretabile. Pur nell'ambito di uno spettro apparentemente irregolare

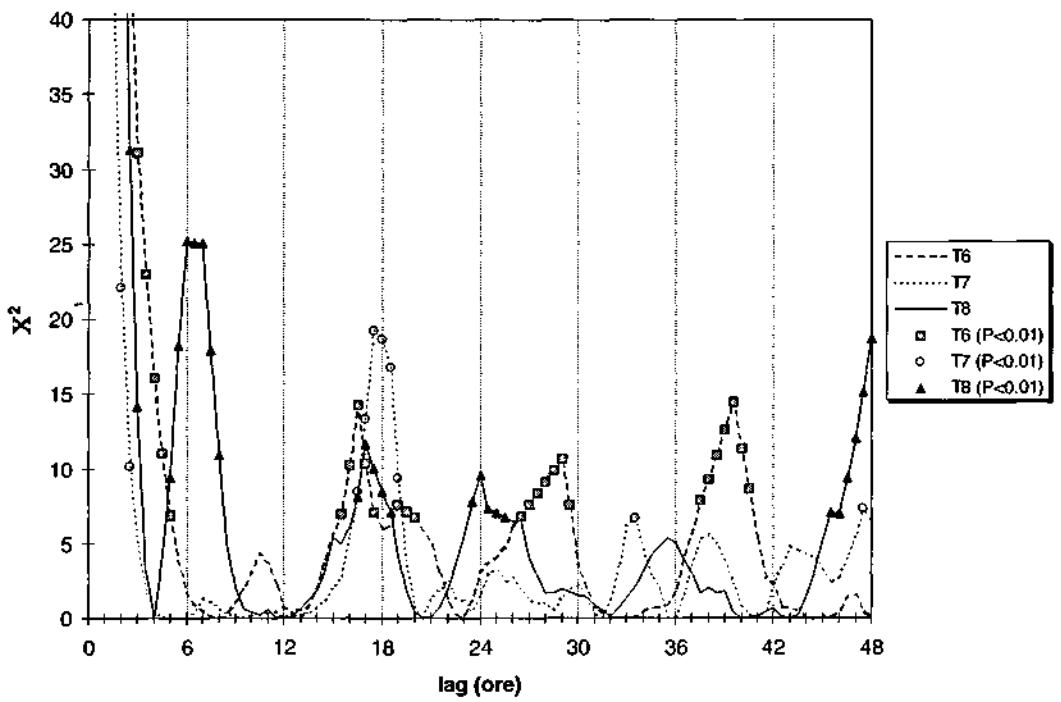


Fig. 1 - Analisi dell'auto-associazione sulle 3 colonie osservate (nessuna alimentazione).
Auto-association analysis on observed colonies (no food).

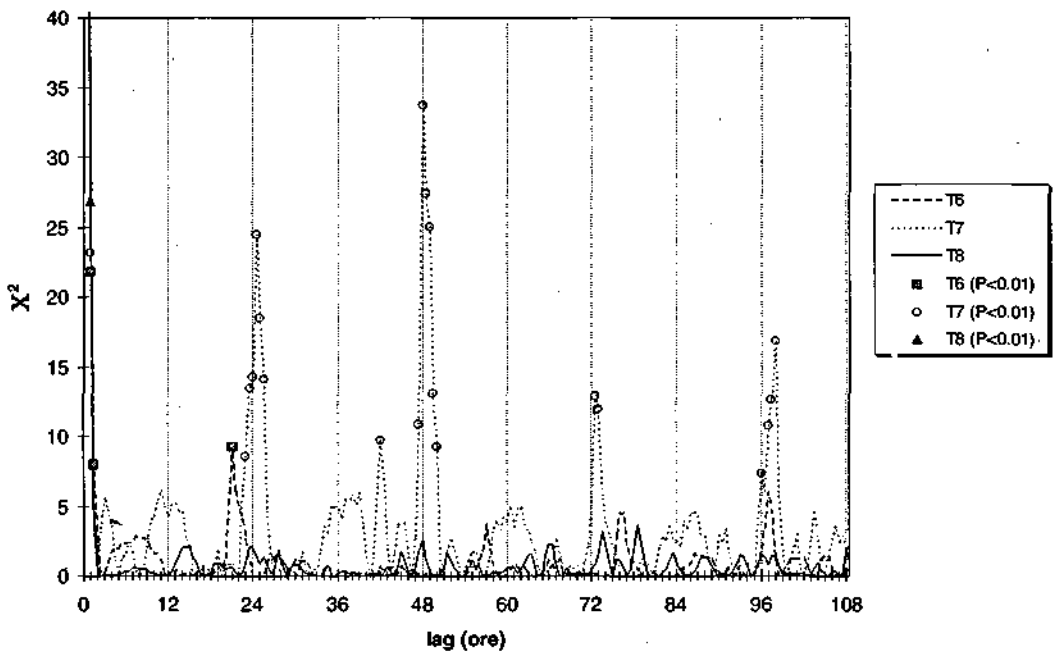


Fig. 2 - Analisi dell'auto-associazione sulle 3 colonie osservate (alimentazione continua).
Auto-association analysis on observed colonies (food ad libitum).

dei valori di auto-associazione, si deve comunque rilevare una certa somiglianza fra le risposte fornite dalla T8 nelle due prove effettuate in assenza di alimentazione. Non è possibile quindi affermare con sicurezza che l'alimentazione determini in qualche modo una variazione generalizzata nei ritmi di attività dei polipi rispetto allo stato di digiuno o all'ora del giorno. D'altra parte, la persistenza di un'attività ritmica anche in assenza di stimoli è stata già descritta per altri Antozoi (Mori, 1960).

Conclusioni

Questo esperimento ha evidenziato l'esistenza di patterns di attività nelle colonie di corallo rosso esaminate. Tuttavia la loro variabilità è elevata e, a causa del numero di osservazioni limitato, non è possibile affermare con certezza se sia intrinseca o dovuta in qualche misura a fattori esogeni. Certamente la prima ipotesi sembra quella più accreditata. Questo studio ha comunque reso possibile l'approntamento di una metodica che risponde molto bene alle esigenze sperimentali e, come tale, validamente applicabile nel proseguimento delle ricerche.

Bibliografia

DAVIS J.C. (1986) - Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, Inc., New York: x+646 pp.

MORI S. (1960) - Influence of environmental and physiological factors on the daily rhythmic activity of a sea-pen. *Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol.*, **25**: 333-344.

SEBENS K.P., DE RIEMER K. (1977) - Diel cycles of expansion and contraction in coral reef anthozoans. *Marine Biology*, **43**: 247-256.

Lavoro eseguito con contributo M.U.R.S.T. 40%

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 367-368

A. Cicciari, R. Chemello, P. Gianguzza, S. Riggio, R. Sconfietti*

Laboratorio di Ecologia Marina, Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.
*Dipartimento di Genetica, Università di Pavia, Italia.

STRUTTURA DEL POPOLAMENTO BENTONICO A CROSTACEI PERACARIDI DELLA VASCA DI FREDDA DI UNA SALINA MARSALESE

STRUCTURE OF THE PERACARID CRUSTACEAN ASSEMBLAGES IN A COOLING VAT OF A SALTWORK NEAR MARSALA (WESTERN SICILY)

Abatract

A survey on the benthic peracarid crustacea was carried out in a cooling vat of a saltwork near Marsala (western Sicily). The results showed a low species richness, high abundances and a marked seasonality. This structural pattern is typical of extreme environments.

Key-words: Peracarid, Crustacea, saltwork, *Cymodocea nodosa,* Sicily.

Introduzione

Particolarmente scarse sono le conoscenze attuali sulle comunità bentoniche presenti nelle saline (Genchi *et al.,* 1982) ed in particolar modo nulla si conosce sui Crostacei Peracaridi di questi ambienti confinati. Scopo del presente lavoro è stato quello di caratterizzare bionomicamente la fauna a Peracaridi della vasca di fredda della salina Ettore a Marsala (Sicilia occidentale), bacino artificiale di 5ha la cui profondità media è di 80cm. La 'fredda' è in comunicazione con lo Stagnone di Marsala attraverso un breve canale di marea. I fondali sabbiosi e sabbio-fangosi sono caratterizzati da un prato di *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. che occupa il settore centro-meridionale del bacino.

Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati in immersione, con cadenza stagionale, in 6 stazioni, cinque all'interno della 'fredda' (st. da 1 a 5) e la sesta (st. 6) nello Stagnone.

Sono stati utilizzati un box-corer da 8 litri per i campionamenti su fondo mobile e la tecnica del grattaggio di una superficie omogenea di 20x20cm per il prelievo su fondo duro. I dati sono stati analizzati utilizzando la dominanza totale e la frequenza totale. Sulla matrice dei dati bruti è stata applicata l'analisi fattoriale delle corrispondenze (AFC).

Risultati

Il popolamento a Crostacei Peracaridi è risultato composto da 23 specie e 1095 individui, suddivisi in 5 specie di Isopodi, 16 di Anfipodi e 2 di Tanaidacei. La dominanza totale e la frequenza totale maggiori sono a carico di *Microdeutopus gryllotalpa* (Costa), presente solamente nei campioni primaverili ed estivi, che con *Leptochelia savignyi* (Kroyer) ed *Erichtonius brasiliensis* (Dana) forma il gruppo

fondamentale di specie del popolamento. L'AFC (F1=18,1~; F2=17,9' var. tot.) ordina i punti-campione in quattro gruppi (Fig. 1): un primo racchiude i campioni dello Stagnone, un secondo quelli provenienti dalla stazione 1, più vicina alla bocca, di seguito si raggruppano i campioni legati alla componente vegetale sensu lato ed infine un piccolo gruppo di campioni di fondo duro e mobile che raccolgono il 'popolamento minimo' della 'fredda'.

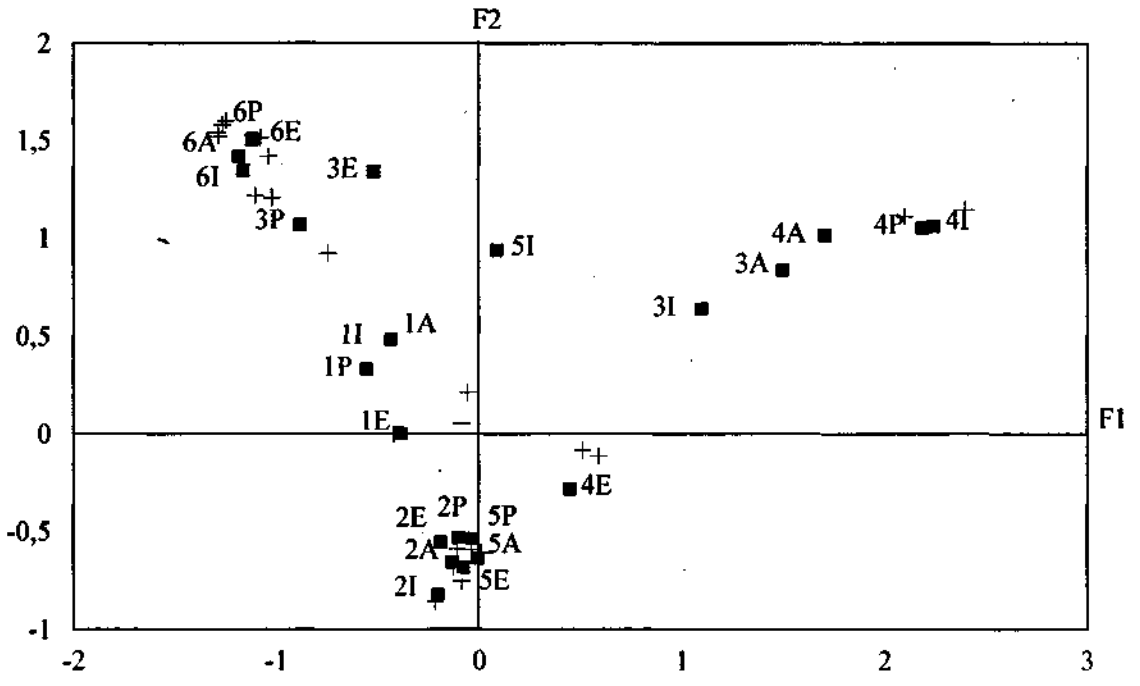


Fig. 1 - Analisi fattoriale delle corrispondenze. I numeri 1-6 indicano le stazioni (~) mentre P-E-A-I indicano le stagioni di campionamento. Le specie (+) non sono numerate.

Factorial analysis of correspondence. The numbers 1-6 mean the stations of sampling (~) while the letters P-E-A-I mean the seasons of sampling (P= spring; E= summer; A= autums; I= winter). The species (+) are not numbered.

Discussione e conclusione

Il popolamento a Peracaridi della 'fredda' nel suo complesso può essere definito come "Stagnone-impoverito", essendo composto da un numero ridotto di specie provenienti dal bacino dello Stagnone che funge da sorgente. È probabile che il gradiente evidenziato lungo l'asse F1 sia la manifestazione di un riassetto delle abbondanze specifiche legato alla stagionalità più che il risultato del confinamento. La maggior parte delle specie presenta, infatti, una marcata stagionalità e per molte, ovviamente dopo aver indagato il loro ciclo vitale, si potrebbero invocare meccanismi distributivi assimilabili alle pseudopopolazioni. I Peracaridi non risultano essere particolarmente legati al substrato primario (mobile o duro) bensì al tipo ed alla struttura del substrato "biologico" secondario. Il gruppo di specie fondamentali del bacino risente, infatti, nella sua distribuzione della presenza e struttura del prato di *C. nodosa* sui fondi mobili, e sui fondi duri delle alghe fotofile, *Acetabularia acetabulum* (L.) Silva e *Laurencia papillosa* (Forsk) Grev., e di un banco mesolitorale di molluschi mitilidi, costituito dalla specie *Brachidontes pharaonius*.

Bibliografia

GENCHI G., CALVO S., LUGARO A. (1982) - Le saline di Marsala. II. Caratteristiche biologiche. *Naturalista siciliano*, s. IV, **6** (2), suppl. 1: 209-219.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 369-371

A.M. De Biasi, S. Aliani

Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P. Mascagni 1, 57127 Livorno, Italia.
Stazione Oceanografica CNR, Lerici (SP), Italia.

BENTHIC COMMUNITY ANALYSIS AT DIFFERENT TAXONOMIC LEVELS: THE MAGRA ESTUARY (LIGURIAN SEA, WESTERN MEDITERRANEAN)

ANALISI DI COMUNITÀ DEL BENTHOS A DIVERSI LIVELLI TASSONOMICI: L'ESTUARIO DELLA MAGRA (MAR LIGURE, MEDITERRANEO OCCIDENTALE)

Abstract

Macrobenthic communities of the Magra estuary were investigated using taxonomic levels higher than species.

Each level has a selective sensitivity to the factors responsible of patterns in the ordination plot.

Key-words: macrobenthos, taxonomic levels, Correspondence Analysis, estuary.

Introduction

Identification of benthic fauna to species level needs taxonomic expertise and knowledge of the local fauna. It is also labour intensive, time-consuming and subjected to errors due to taxonomic inaccuracy (Ellis, 1985).

Many authors discussed the possibility of performing economic and efficient ecological studies using single syntaxa (Gambi *et al.*, 1982) or taxonomic levels higher than species in order to analyse macro and meiobenthic community structure related to pollution gradient (Warwick *et al.*, 1990; Agard *et al.*, 1993; Somerfield & Clarke, 1995).

Brackish waters are considered unpredictable environments with marked fluctuations of environmental factors, and strong gradients which make them similar to polluted environments (Cognetti, 1982).

Macrobenthic communities in a Mediterranean estuary were investigated to evaluate the robustness of different taxonomic levels in benthic studies.

Methods

The study was carried out in the Magra estuary (Eastern Ligurian Sea, Italy), a high stratified estuary between Liguria and Tuscany.

According to previous studies (Morri *et al.*, 1990) dredge samples were collected in summers 1988, 1989, 1990, in five stations located along a marine-estuarine gradient from the sea to 5 km upstream. Samples were sieved trough 1mm mesh size.

Abundance values were codified according to the Preston scale (Gray, 1981) and Correspondence Analysis (CA) was performed. CA was run at species, genus, family, order, class and phylum levels.

Results

The plot of CA at species level (114 taxa) separates 4 communities: marine, mouth, lower and higher estuary (De Biasi & Bianchi, 1996). The ordination has a U-shape that depends on a strong gradient scanned by the first axis (Guttmann effect, Benzecri, 1982). The relative positions of groups reflect their topographic location along the marine-estuarine gradient.

Distances between points of each station in different years (temporal drifts) evidence temporal dynamics.

At genus level (99 taxa) there isn't a great loss of information: 4 communities, temporal drifts and marine-estuarine gradient are still evident.

At family level (74 taxa) the marine-estuarine gradient is conserved, but temporal drifts are more pronunced than at lower levels. The community discrimination begins to break down.

At order level (31 taxa) there is a further loss of information: 4 communities are not distinct, marine-estuarine gradient is not clearly evident.

At class level (10 taxa) there is a strong loss of information: the ordination plot is modified.

At phylum level (6 taxa) CA plot is not interpretable: axes aren't more statistically significant.

Conclusions

Ordination plots at taxa higher than species level show a progressive loss of information from genus to phylum.

This is quantitative: community identity, gradients and temporal drifts become progressively less clear due to lower number of variables, but also qualitative because each taxonomic level has a selective sensitivity to the different factors responsible of patterns in the ordination plot. The factors affecting community composition have less robustness than those controlling the marine-estuarine gradient and the temporal drifts. Each taxonomic level is suitable to investigate different aspects. Order, is sufficient to investigate temporal drifts, family the marine-estuarine gradient but genus or better species is required to discriminate communities.

Acknowledgements

We wish to thank S. De Ranieri (Livorno) and C.N. Bianchi, (La Spezia) for help and suggestions in improving the manuscript.

References

AGARD J.B.R., GOBIN J., WARWICK R.M. (1993) - Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **92**: 223-243.

BENZECRI J.P. (ed) (1982) - *L'analyse des données. L'analyse des correspondances.* Dunon, Paris (3e edition): 1-632.

COGNETTI G. (1982) - Adaptive strategy of brackish-water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Poll. Bull.*, **13**: 247-250.

DE BIASI A.M., BIANCHI C.N. (1996) - Dinamica interannuale di comunità bentiche lungo l'estuario della Magra. Albertelli G., De Maio A., Piccazzo M. (eds.). *Atti XI Congr. A.I.O.L.*: 449-457.

ELLIS D. (1985) - Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Mar Poll. Bull.*, **16** (12): 459.
GAMBI M.C., FRESI E., GIANGRANDE A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista sicil.*, S.IV, **6** (suppl.) 3: 489-497.
GRAY J.S. (1981) - *The ecology of marine sediments.* Cambridge University Press, Cambridge: 1-185.
MORRI C., CASTELLI A., DIVIACCO G., MORI M., BIANCHI C.N. (1990) - Zonazione di comunità bentiche lungo l'estuario della Magra (Mar Ligure Orientale). *Atti Soc. Tos. Sc. Nat.*, **97** Serie B: 311-327.
SOMERFIELD P.J., CLARKE K.R. (1995) - Taxonomic levels, in marine community studies, revisited. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **127**: 113-119.
WARWICK R.M., PLATT H.M., CLARKE K.R., AGARD J., GOBIN J. (1990) - Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **138**: 119-142.

De Biasi carried out this work in the framework of the CIBM fellowship N. 26 (25/11/95).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 372-373

A.M. De Biasi, S. Aliani*, M. Pulcini, C. Virno Lamberti

Centro Interuniversitario di Biologia Marina, P. Mascagni, 1 - 57100 Livorno, Italia.
*Stazione Oceanografica - CNR, Lerici (SP), Italia.

FONDI AD ANFIOSSO NELLA BAIA DI CARINI (SICILIA SETTENTRIONALE)

AMPHIOXUS COMMUNITY IN THE CARINI BAY (SICILY)

Abstract

Grab samples evidenced that in the Eastern part of Carini Bay a "Sand and Gravel under the Bottom Current" biocoenosis was widely distributed, but Amphioxus was found only in few stations. Patchiness in the distribution of the species was found.

Key-words: Amphioxus, SGCF biocoenosis, patchiness, grain size, Sicily.

Introduzione

Comunità caratterizzate dalla presenza di Anfiosso (*Branchiostoma lanceolatum* (Pallas)) si trovano in tutti i mari europei. Vennero dette comunità a *Venus fasciata-Spatangus purpureus*, quindi "Zoocenosi ad *Amphioxus*", o "comunità a *Venus fasciata*" (Dauvin, 1988). Pérès e Picard li assimilarono alla Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sottoposte a Correnti di Fondo (SGCF). Tuttavia, mentre nei mari a forti maree gli anfiossi sono distribuiti su ampie aree (Dauvin, 1988), la loro presenza in Mediterraneo è poco segnalata (Albertelli e Cattaneo, 1977), spesso in modo puntiforme e limitatamente ad aree di particolare pregio naturalistico (Cognetti, 1990).

Lo scopo di questo lavoro è studiare la distribuzione di anfiosso all'interno della biocenosi SGCF integrando indagini bionomiche con analisi tessiturali dei sedimenti.

Materiali e metodi

L'area studiata si trova nella parte orientale della Baia di Carini (Palermo). Il macrozoobenthos è stato prelevato nel novembre 1995 in 11 stazioni (3 repliche) distribuite lungo 2 transetti che attraversano il lato orientale della baia in direzione NNW da 4 a 83m di profondità. È stata usata la benna Van Veen (16 l) e setacci da 1mm. Contemporaneamente sono stati prelevati, con benna Shipeck, campioni per l'analisi tessiturale: la frazione grossolana è stata sottoposta a vagliatura meccanica mediante setacci, la frazione pelitica è stata analizzata con sedigrafo a raggi X.

Risultati

I sedimenti fino a 20m di profondità sono sabbie carbonatiche, da fini a grossolane, con scarsa componente organogena. Fino a circa 50m di profondità si trovano sabbie grossolane e sabbie ghiaiose bioclastiche. Oltre, aumenta la frazione sottile.

Sono state raccolte complessivamente 97 specie di macrozoobenthos. I fondali sono caratterizzati da un'ampia distribuzione di specie della biocenosi SGCF. Le specie dominanti sono i policheti *Glycera lapidum* e *Nephtys cirrosa*. Nel tratto costiero si trovano elementi della biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate tra cui i Decapodi *Diogenes pugilator* e *Crangon crangon*; verso il largo aumentano gli elementi pelofili.

B. lanceolatum è stato trovato nelle due stazioni a circa 40 metri di profondità. La presenza all'interno di ciascuna replica varia da un massimo di 15 ad un minimo di 8 esemplari, sebbene in alcune risulti assente. Questa variabilità non interessa le altre specie.

Conclusioni

Nei fondali del lato orientale della Baia di Carini fino a circa 50m di profondità sono ampiamente distribuite le specie della biocenosi SGCF o delle "sabbie ad anfiosso", tuttavia questa specie si trova solo in un'area limitata e gli individui tendono a disporsi in piccoli gruppi originando un'evidente mosaicatura nel popolamento.

A differenza delle comunità atlantiche (Monniot, 1962) che si sviluppano su sabbia non biodetritica, le comunità della Baia di Carini si trovano su sabbie grossolane o ghiaia fine ricche di componente organogena (Lucido, 1992) che proviene dai vicini fondi duri (Toccaceli e Alessi, 1989). Una situazione di questo tipo, osservata anche da Albertelli *et al.* (1977) e da Rossi e Orel (1968), appare essere comune in Mediterraneo. Per quanto la granulometria sia un fattore importante nel determinare la distribuzione dell'anfiosso la presenza di questa specie risulta più limitata di quanto ci si aspetterebbe tenendo conto della distribuzione delle facies granulometriche idonee al suo insediamento.

Inoltre, in Mediterraneo normalmente mancano grandi flussi di marea: i siti in cui si riscontra un rapido ricambio d'acqua che eviti il deposito dei sedimenti fini sul fondo ed agevoli la rimozione dei cataboliti risultano quindi scarsi e geograficamente limitati ad aree con forti correnti.

Queste aree con marcato idrodinamismo si trovano soprattutto in zone di particolare pregio naturalistico dove l'anfiosso viene segnalato (Cognetti, 1990). Questa peculiare distribuzione, soggetta a mosaicatura a livello del popolamento e spazialmente limitata a livello di areale, sottolinea la necessità di utilizzare ampie aree di campionamento (Dauvin, 1988) e di adottare il metodo delle repliche e spiega la difficoltà di ottenere informazioni su questi popolamenti.

Ringraziamenti

Si ringrazia S. De Ranieri (Livorno) per l'ospitalità presso il CIBM.

Bibliografia

ALBERTELLI G., CATTANEO M. (1977) - Contributi allo studio della piattaforma continentale del Mar Ligure e Alto Tirreno. I. Ritrovamento di *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **24** (5): 65-66.

COGNETTI G. (1990) - Marine reserves and conservation of Mediterranean coastal habitats. Council of Europe. *Nature and Environment series*, **50**: 1-87.

DAUVIN J.C. (1988) - Structure et organisation trophique du peuplement des sables grossiers à *Amphioxus lanceolatus-Venus fasciata* de la baie de Morlaix (Manche occidentale). *Cah. Biol. Mar.*, **29**: 163-185.

LUCIDO M. (1992) - Geomorfologia della piattaforma continentale tra Torre del Pozzillo e Torre Mondello (Sicilia Nord-Occidentale). *Nat. Sicil.*, S.IV, **16** (1-2): 91-107.

MONNIOT F. (1962) - Recherches sur les graviers à Amphioxus de la région de Banyuls-sur-mer. *Vie et Milieu*, **13**: 231-322.

ROSSI S., OREL G. (1968) - Nota preliminare sulle "Sabbie ad Anfiosso" da punta Sdobba a Chioggia. *Boll. Soc. Adr. Sc.*, **61** (2): 234-242.

TOCCACELI M., ALESSI M.C. (1989) - Cartografia biocenotica delle praterie a fanerogame marine della Baia di Carini (Sicilia nord-occidentale). *Oebalia*, **15** (1) N.S.: 341-344.

A.M. De Biasi ha fruito della borsa di studio CIBM N. 26 del 25.11.95.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 374-376

N. Dinacci, S. Rispoli, D. Martino, G. Sansone

Dipartimento di Fisiologia Generale ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.

INDUZIONE DI HSP60 (HEAT SHOCK PROTEINS) IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* IN CONDIZIONI DI STRESS AMBIENTALE

INDUCTION OF HSP 60 IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* FOLLOWING EXPOSURE TO COPPER

Abstract

Molluscs were exposed in the laboratory tanks for 7 days to 500µg/l Cu++ concentrations to test stress proteins (Hsp60), by immunoblotting assay, as a molecular indicator of contaminant exposure and ecological status. Exposed mussels showed higher levels of stress proteins than controls.

Key-words: *Mytilus galloprovincialis*, hsp, stress, Cu.

Introduzione

In molti organismi, cambiamenti avversi nell'ambiente si traducono in un incremento delle proteine da stress (HSP60 = Heat Shock Proteins) (Parsell e Lindquist 1993), le quali, in situazioni di sofferenza cellulare, giocano un ruolo importante coadiuvando, tra l'altro, l'assemblaggio ed il ripiegamento di proteine (Sanders, 1991, 1994).La valutazione della risposta delle hsp come uno strumento potenziale di biomonitoraggio è stata recentemente proposta da Sanders e collaboratori con prove effettuate in laboratorio o *in situ* (Sanders *et al.*, 1994). Questo studio si prefigge di evidenziare l'aumento della classe Hsp60 in condizioni di stress causato da esposizione a Cu++ sul mollusco bivalve *Mytilus galloprovincialis.* In questo lavoro, i mitili sono stati esposti a Cu++, al fine di evidenziare, mediante anticorpi monoclonali, l'induzione di Hsp60, quali indice di stress anche ambientale.

Materiali e metodi

I mitili provenienti dal Golfo di Pozzuoli, sono stati tenuti in vasche di stabulazione, per una fase di adattamento della durata di tre settimane. Un gruppo di questi è stato utilizzato come controllo prima dell'esperimento in laboratorio (1°gruppo di controllo). Successivamente, individui delle medesime dimensioni (6cm±1), sono stati trasportati in laboratorio, posti in due vasche aerate e divisi in due gruppi di sedici mitili, dei quali uno fu considerato quale 2°gruppo controllo; l'altro fu esposto a $CuSO_4$ per un periodo di sette giorni, nel seguente modo: il primo giorno a 1000 µg/l e dal secondo al sesto giorno a 500 µg/l; entrambi i gruppi di mitili sono stati alimentati con alghe pellettate. Al termine del trattamento i mitili furono sacrificati e il tessuto molle usato per l'analisi. I campioni, pools di 4 mitili ciascuno, sono stati omogeneizzati e centrifugati per 30' a 17000 g a 5°C. Successivamente sono stati eseguiti dosaggio proteico (metodo di Lowry, 1951) ed elettroforesi in condizioni denaturanti e riducenti, SDS-PAGE (Laemmli, 1970). Sul pellet risospeso con buffer di omogeneizzazione, sono stati condotti

esperimenti di Immunoblotting secondo il metodo descritto da Sanders *et al.*(1991), usando anticorpi monoclonali da moth Heliotis alle seguenti concentrazioni proteiche espresse in µg: 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,75, e 1,56.

I valori relativi delle proteine da stress sono il risultato del rapporto tra la media dei valori del carico proteico massimo e mininmo ove compare la Hsp60 sia del controllo che del campione:

$$\frac{\text{Media controllo}}{\text{Media campione}}$$

La significatività dei risultati ottenuti è stata testata con il T di Student (n=6).

Risultati e discussione

La tabella 1 mostra i risultati delle analisi immunologiche. Queste hanno evidenziato che nei mitili del 1° e 2° controllo le Hsp60 si rilevano sino ad un carico di 12,5 µg, mentre per i mitili esposti, le Hsp60 si rilevano fino ad un carico proteico di 3,75 µg.

Tab. 1 - Presenza di Hsp60.
Presence of hsp60.

Proteine(µg) x colonne gel	100	50	25	12,5	6,25	3,75	1,56
1°gruppo mitili controllo	x	x	x	x			
2°gruppo mitili controllo	x	x	x	x			
Mitili esposti	x	x	x	x	x	x	

La tabella 2 mostra invece una differenza di circa il 10% nella induzione di Hsp60 nel campione costituito dai pools dei tessuti molli dei mitili esposti rispetto a tutti i controlli.

Tab. 2 - Valori relativi delle proteine da stress.
Relative values of the stress proteins.

1°gruppo mitili controllo	1
2°gruppo mitili controllo	1
Mitili esposti	1,09

I risultati di questi esperimenti confermano, anche per il *Mytilus galloprovincialis*, una significativa induzione ($P<0.001$)di Hsp60 come risposta all'esposizione al Cu++. Infatti, nei mitili esposti si osserva la presenza di Hsp60 già a carichi proteici molto bassi.

La comparsa delle Hsp60 a livello di carico di 12,5 µg nei mitili di controllo, potrebbe essere dovuta alle condizioni sperimentali, ed in particolare alle condizioni di stabulazione.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dr.ssa Loggia Giovanna per la ricerca e la selezione bibliografica effettuata.

Bibliografia

LAEMMLI U.K. (1970) - Cleavage of a structural protein during the assembly of the head of bacterofage T4. *Nature,* **227**: 680-685.

LOWRY O., ROSEBROUGH N., FARR A., RANDALL R. (1951) - Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.,* **193**: 265.

PARSELL D.A., LINDQUIST S. (1993) - The functions of Heat-shock proteins in stress tollerance: degradation and reactivation of damaged proteins. *Ann. Rev. Genet.,* **27**: 437-496.

SANDERS B., MARTIN L., HOWE S., NELSON W., HEGRE E., PHELPS D. (1994) - Tissue-specific differences in accumulation of stress proteins in Mytilus edulis exposed to a range of copper concentrations. *Toxicology and applied pharmacology,* **125**: 206-213.

SANDERS B., MARTIN L., NELSON W., PHELPS D., WELCH W. (1991) - Relationship between accumulation of a 60KDA stress protein and scope-for-growth in *Mytilus edulis* exposed to a range of copper concentrations. *Marine Environmental Research,* **31**: 81-97.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 377-379

C. DINARDO, C. GAMBARDELLA, S.M. GUARINO*, M. DE NICOLA

Dip. Genetica, Biologia Generale e Molecolare dell'Università di Napoli,
Via Mezzocannone, 8 - 80147 Napoli, Italia.
*I.S.E.C., Lesina (FG), Italia.

NOTE SULLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DI UNA POPOLAZIONE DI *GAMMARUS INSENSIBILIS* STOCK DELLA LAGUNA DI LESINA

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF A *GAMMARUS INSENSIBILIS* STOCK POPULATION LIVING IN THE LESINA LAGOON

Abstract

This study reports the first observations on the reproductive biology of a Gammarus insensibilis *population living in the Lesina Lagoon (South Adriatic Sea, Italy). It has been observed that the number of eggs producted by females increases with the body lenght of females. The main reproductive period is in winter months: in fact in this period, high percentage of large and ovigerous females are present and the embryo development time is very short.*

Key-words: *Gammarus insensibilis*, reproductive biology, embryo development time, coastal lagoon.

Introduzione

Gammarus insensibilis è un crostaceo anfipode largamente diffuso negli ambienti lagunari dove spesso costituisce la componente dominante dei popolamenti ad anfipodi (Gravina *et al.*, 1989; Nicolaidou e Karakiri, 1989; Procaccini e Scipione, 1992) e svolge un importante ruolo trofico, costituendo, insieme a vari isopodi ed anfipodi, corporazioni a base detrito. In questo lavoro sono riportate le prime osservazioni, di carattere preliminare, sulla biologia riproduttiva di una popolazione presente nella laguna di Lesina (FG).

Materiali e metodi

Campioni qualitativi di *G. insensibilis* sono stati raccolti mediante un retino con maglia di 1 mm in una stazione, profonda 70 cm circa e localizzata a circa 5 metri dalla banchina antistante l'Istituto del CNR di Lesina. Il campionamento, in tre repliche, è stato eseguito nelle 4 stagioni e precisamente nel giugno e settembre 1995 e nel gennaio e marzo 1996. Tutti gli individui, tranne quelli in accoppiamento, sono stati separati dal materiale vegetale (soprattutto *Zostera noltii*), fissati e conservati in formalina al 4%; successivamente contati e classificati per sesso, dimensione e stadio di sviluppo. L'attività riproduttiva è stata misurata come rapporto tra femmine ovigere ed in accoppiamento e quelle totali. Nelle femmine ovigere è stato determinato il numero di uova presenti nel marsupio e quindi calcolato il numero medio di uova prodotto per femmina. La durata dello sviluppo embrionale è stata misurata in femmine che, al termine dell'accoppiamento, venivano allevate fino al rilascio degli stadi giovanili. I dati relativi al numero di uova prodotto per femmina e alla durata della sviluppo embrionale sono stati sottoposti ad analisi statistica (ANOVA test) per evidenziare eventuali differenze stagionali.

Risultati

Le femmine di *Gammarus insensibilis* di circa 8-10 mm e i maschi di 10-12 mm sono le classi di taglia più frequenti. Le femmine ovigere sono presenti durante tutto l'anno ma con frequenza diversa, che raggiunge il valore più alto a gennaio (80%).

La distribuzione per classi di taglia delle femmine in attività riproduttiva, le cui dimensioni sono comprese tra 6 e 14 mm, varia durante l'anno (Fig. 1); le femmine di grossa taglia (> 12 mm) sono presenti solo a gennaio e marzo.

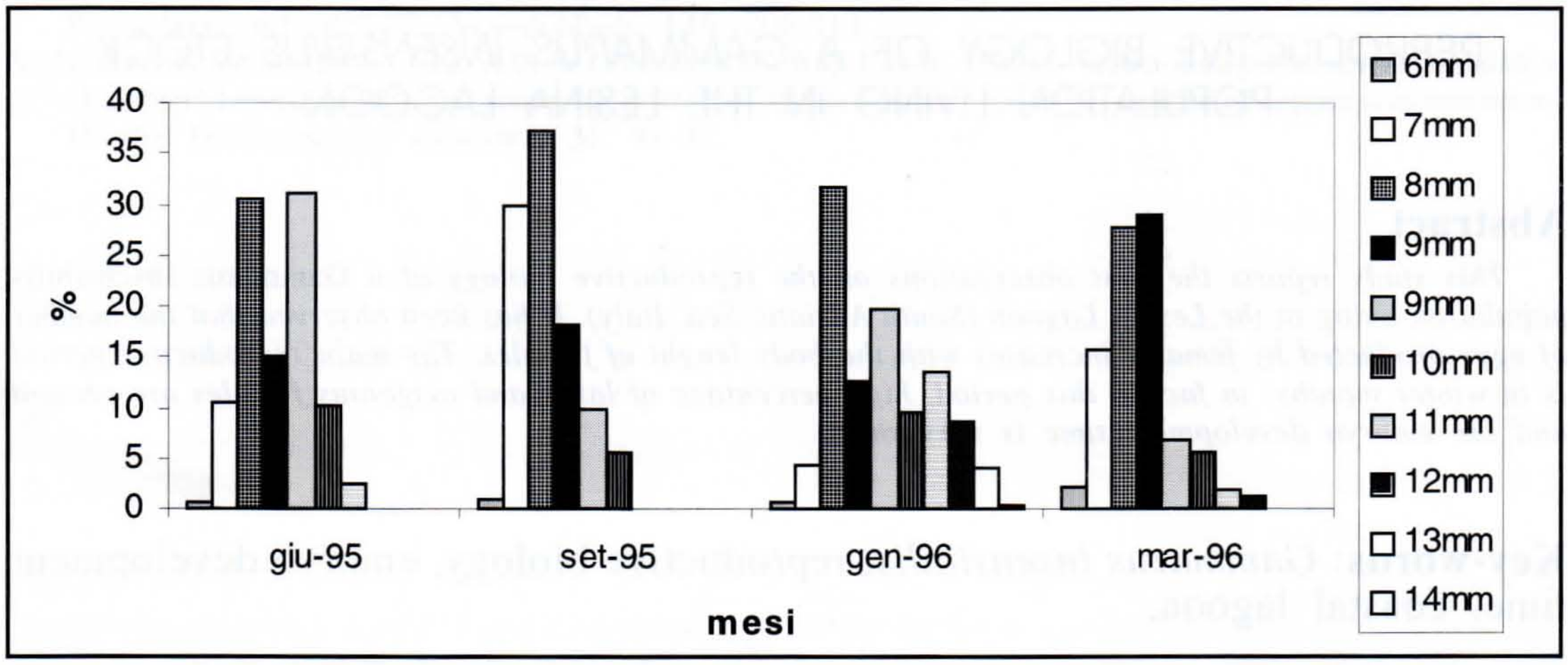


Fig.1 - Distribuzione per classi di taglia di femmine di *G. insensibilis* in attività riproduttiva.

Mean size-frequency distribution of breeding females of *G. insensibilis*.

Ad eccezione delle femmine di lunghezza superiore ai 13 mm, il numero medio di uova prodotto per femmina incrementa significativamente ($p<0.01$) all'aumentare delle dimensioni della madre (Fig. 2).

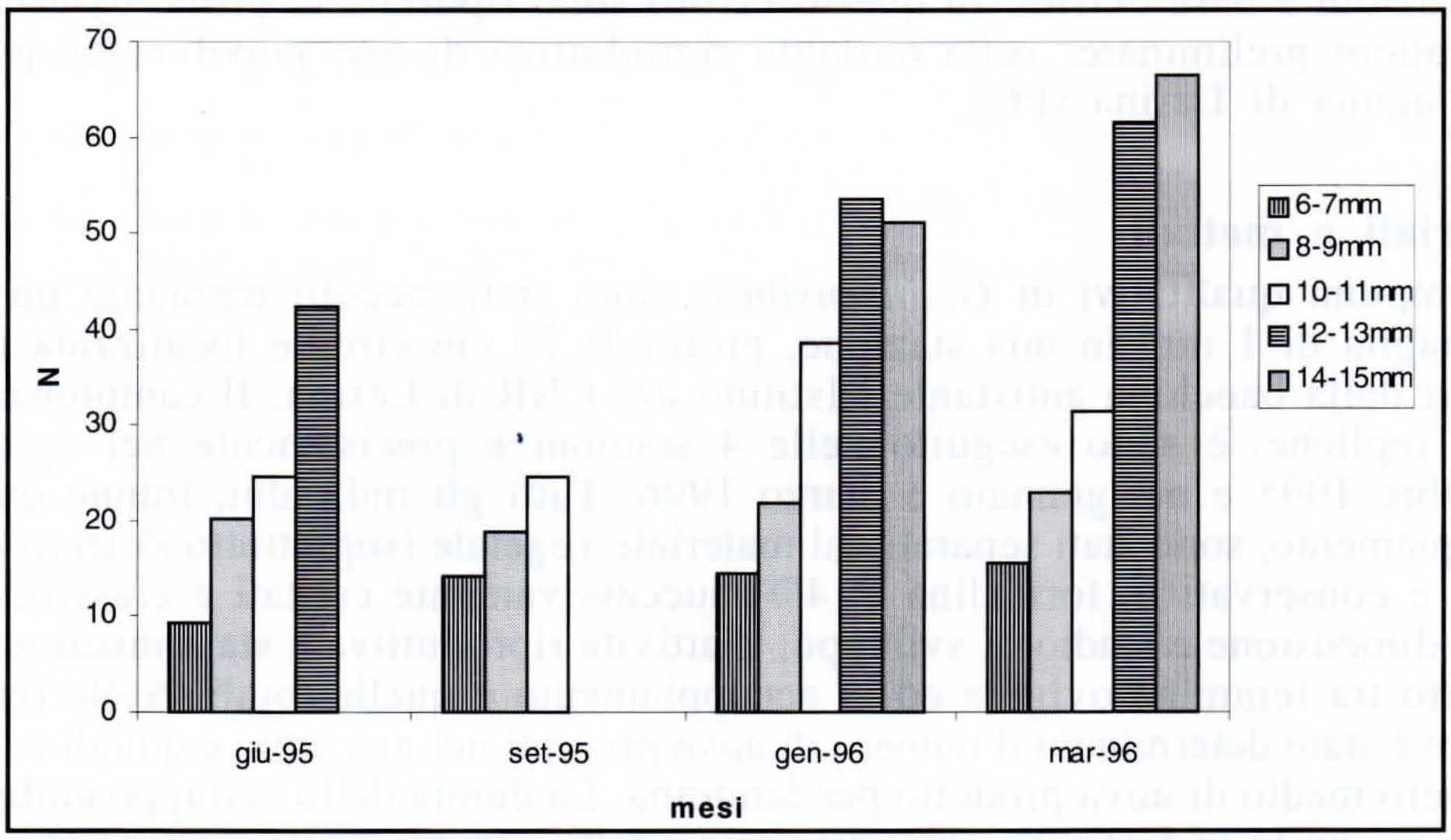


Fig. 2 - Numero medio di uova prodotto per femmina di *G. insensibilis* in funzione delle dimensioni della madre.

Mean number of eggs per *G. insensibilis* females of different size class.

Per ciascuna classe di taglia le dimensioni delle covate non differiscono stagionalmente. Inoltre, durante lo sviluppo non si è osservata una significativa mortalità degli embrioni.

La durata dello sviluppo embrionale di *G. insensibilis* varia significativamente durante l'anno ($p<0.01$), da un minimo di circa 5 giorni a gennaio ad un massimo di circa 15 giorni a giugno.

Discussione

I risultati dimostrano che, nella laguna di Lesina, l'anfipode *G. insensibilis* si riproduce durante tutto l'anno ma il massimo reclutamento avviene in inverno. Ciò è dovuto al fatto che in questo periodo lo sviluppo embrionale è più breve e sono presenti in maggior numero femmine in attività riproduttiva e di grossa taglia che producono covate più numerose rispetto a quelle di taglia minore. Analoghi risultati sono stati descritti da Karakiri e Nicolaidou (1987) in una popolazione lagunare greca; gli Autori hanno attribuito a questo fenomeno una strategia riproduttiva volta alla ripartizione delle risorse fra *G. insensibilis* e altri invertebrati presenti. Anche Kolding e Fenchel (1979) avevano osservato che differenti specie di *Gammarus* con nicchia trofica simile coesistono utilizzando differenti pattern riproduttivi.

Considerazione analoghe possono essere estese a quanto avviene nella Laguna di Lesina, *G. insensibilis* coesiste con isopodi (*Sphaeroma serratum*, *Idotea baltica*) ed altri anfipodi (*Gammarus aequicauda*) aventi simile nicchia trofica.

Bibliografia

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCALETTA F., CHIMENZ C. (1989) - Descriptive analysis and classificaton of benthic communities in some Mediterranean coastal lagoons (Central Italy). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology,* **10** (2): 141-166.

KARAKIRI M., NICOLAIDOU A. (1987) - Population studies on the *Amphipoda* of Mazoma lagoon (Greece). *Helgol. Meeresunters,* **41**: 453-464.

KOLDING S., FENCHEL T.M. (1979) - Coexistence and life cycle characteristics of five species of the amphipod genus Gammarus. *Oikos,* **33**: 323-327.

NICOLAIDOU A., KARAKIRI M. (1989) - The distribution of Amphipoda in a brackish-water Lagoon in Greece. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology,* **10** (2): 131-139.

PROCACCINI G., SCIPIONE M.B. (1992) - Observations on the spatio-temporal distribution of Crustacean Amphipods in the Fusaro coastal lagoon (Central Tyrrhenian Sea, Italy) and some notes on their presence in Mediterranean Lagoon. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology,* **13** (3): 203-224.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 380-383

M.C. GAMBI, S. JERACE*

Stazione Zoologica "A. Dohrn", Laboratorio di Ecologia del Benthos - 80077 Ischia (NA), Italy.
*Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italy.

EPIBIOSIS ON THE TUBES OF THE POLYCHAETE *DITRUPA ARIETINA* (SERPULIDAE) IN SOME POPULATIONS OF THE SOFT BOTTOMS OFF THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA

EPIBIOSI NEI TUBI DEL POLICHETE *DITRUPA ARIETINA* (SERPULIDAE) IN ALCUNE POPOLAZIONI DEI FONDI MOBILI DEL TIRRENO MERIDIONALE

Abstract

Data of epibiosis on the tubes of some populations of the polychaete Ditrupa arietina *(O.F. Muller) (Serpulidae) off the Southern Tyrrhenian Sea are reported. Over 20,000 tubes were examined and various phyla of epibionts were recognized, mainly foraminifers and sessile metazoan (sponges, hydroids, bryozoans, tubicolous polychaetes). Both the composition of epibiota and the percentage of epibiosis varied between the geographic areas. In the Messina area the percentage of epibiosis varied also according to year of observation, being higher in 1994 (48.5%) than in 1992 (26.7%).*

Key-words: Epibiosis, *Ditrupa arietina*, polychaetes, tubes, soft bottoms, Tyrrhenian Sea.

Introduction

It is well known that dense assemblages of tubicolous polychaetes can greatly influence the local microenvironment as regards to abiotic conditions and bottom stability (Luckenbach, 1986), and spatial complexity and habitat biodiversity (Mangum *et al.*, 1968; Woodin, 1977; Somaschini, 1993). The serpulid polychaete *Ditrupa arietina* (O.F. Muller) is a widely distributed species, very common along the Italian coasts in muddy-detritic sediments, often subjected to a certain degree of sediment instability and dynamics. The species is characterized by a calcareous tube with a typical "elephant-tooth" shape (similar to that of Mollusca Scaphopoda), and it is located at the water-sediment interface, being *D. arietina* mainly a filter-feeder. Dense assemblages of these tubes often constitute typical tanatocoenoses, also in fossil sediments. Observations on the epibiota of the tubes of a population of *D. arietina* in the Gulf Policastro (Salerno) were shortly reported by Gambi (1986). In this paper we compare the previous observations with additional data on epibiosis phenomena on the tubes of this species, observed in populations of the soft bottoms of other areas off the Southern Tyrrhenian Sea.

Material and methods

The studied populations of *D. arietina* were sampled at various areas of the Southern Tyrrhenian Sea, the Gulf of Policastro, the Gulf of Gioia Tauro (Reggio Calabria) and the area near the northern end of the Strait of Messina (herein referred as Messina). In the Gulf of Policastro samples were collected in June 1982 by means of a Charcot-Picard dredge (volume 50l), in the framework of a wider ecological programme (Gambi *et al.*, 1996). In the Gulf of Gioia Tauro

and in the Messina areas, sampling was performed with a Van Veen grab (volume 70 l, 0.1 m^2) during some environmental surveys in 1992 and 1994 (V.V. A.A., 1986, 1992). In the Gulf of Policastro tubes of both living and dead specimens of *D. arietina* were separated from the other polychaetes, counted and the epibiota analyzed at the lowest taxonomic level recognizable. In the areas of Gioia Tauro and Messina, only the tubes of the living specimens were analyzed. In all areas, the percentage of epibiosis was calculated in each station as the number of tubes with epibionts over the total number of tubes collected.

Results and discussion

In the Gulf of Policastro *D. arietina* was found at various stations but only at three of them the species was very abundant (from 324 to 920 individuals per sample). These stations were located between 26 and 30 m depth about one mile in front of small river mouths (st. 4, 16 and 29, Gambi *et al.*, 1996). The sediments in these stations was composed by a fine muddy-sand. Over 3,000 tubes were collected and analyzed in the three stations, 62% of them were composed by living specimens, and 62% of the tubes of both living and dead specimens showed epibionts (Table 1).

Table 1 - Some quantitative data of epibiosis on the tubes of *Ditrupa arietina* of the studied populations, and list of the epibiont taxa found.

Alcuni dati quantitativi sull'epibiosi nei tubi di *Ditrupa arietina* delle popolazioni studiate, e lista degli epibionti rinvenuti.

	Gulf of Policastro	Messina 1992	Messina 1994	Gulf of Gioia T.
No. of samples with *Ditrupa*	12	16	9	8
depth range (m)	4-30	25-30	31-81	6-40
range of abundance (ind./0.1 m2)	1-920*	110-1340	165-1379	132-1892
mean abundance (ind.)	179	489.5	413.3	799.5
range of % of epibiosis	-	13-53	32-71	6-56
mean % of epibiosis	62	26.7	48.5	25.3
epibiont taxa found				
Cyanobacteria (spp.)		+	+	-
Diatomeae (spp.)	+	-	-	-
Rhodophyceae (spp.)	-	+	+	+
(R)*Seirospora interrupta*	+	-	-	-
(R)*Polysiphonia* sp.	+	-	-	-
Protozoa (spp.)	-	+	+	+
Foraminifera (spp.)	-	+	+	+
(F) *Cibicides lobatulus*	+	-	-	-
Sclerospongiae (sp.)	-	+	+	-
Hydrozoa (spp.)	+	+	+	-
(C) *Caryophyllia smithi*	-	+	+	-
Stolonifera (spp.)	-	+	+	-
Kamptozoa (spp.)	-	+	+	+
Egg capsules (Mollusca)	-	+	+	+
(B) *Anomia ephippium*	+	-	-	-
(P) *Hydroides norvegica*	+	+	+	-
(P) *Pomatoceros triqueter*	+	-	-	-
(P) *Eunice vittata*	+	-	-	-
(P) *Lysidice ninetta*	+	-	-	-
Bryozoa (spp.)	+	+	+	+

\+ = presence
* no. ind. per samples (dredge samples)
R= Rhodophyceae
F= Foraminifera; C= Cnidaria
B= Bivalvia; P= Polychaeta

In the Messina area *D. arietina* occurred at various stations between 35 and 50 m depth (Table 1), in sediments strongly affected by terrigenous inputs (Nesteroff & Rawson, 1987), and between 30 and 80 m depth in muddy-sand sediments. In the Gulf of Gioia Tauro the species occurred at lower depths (6-40 m, Table 1). The range of density of *Ditrupa* in these areas was quite variable (Table 1) in relation to the wide bathymetric range where the species occurred, and to its high degree of aggregation (Giacobbe & Jerace, unpublished data). The percentage of epibiosis varied from 6% to 71% independently to the local density of the species. In the 1992 survey the epibiosis values in both Gulf of Gioia Tauro and Messina were comparable (means 25,3% and 26,7%, respectively), while in 1994 the values observed in Messina were higher (mean 48,5%) (Table 1).

The tubes complessively analyzed in the studied areas (over 20,000) showed a rich epibiota composed mainly by foraminifers and sessile metazoans (sponges, cnidarians, bryozoa, other tubicolous polychaetes; Table 1). On the whole it is possible to make the following observations:

- the majority of epibionts is composed by sessile forms that seem to utilize the tubes as substrate, and that without this secondary substratum do not have the possibility to settle in the soft bottom;
- the majority of epibionts were juveniles forms and/or small-sized species, probably in relation to the small size and the relative instability and dynamicity of the substrate itself;
- most of the epibionts were located around or in the vicinity of the tube opening or also in the worm's operculum (mainly Foraminifera). Some species showed a regular tipology in the attachment to the *Ditrupa* tubes (e.g., the serpulid *Hydroides norvegica*) (Gambi, 1986);
- the position of most of the epibionts suggest that these organisms can benefit of the feeding microcurrents of *Ditrupa* and/or can extend their foraging areas within the boundary layer;
- generally in the stations dominated by *Ditrupa* tubes, high values of number of species and of diversity index H' of the other polychaete populations (Gambi *et al.*, 1996) and of the benthic community (V.V. A.A., 1986; 1992) was observed;
- the data of Messina showed differences in the percentages of epibiosis between the two periods of observations (1992 and 1994; Table 1). This is probably related to both the dinamicity of the *Ditrupa* population, and to the year availability of larvae and variability in the colonization potential of the various species of epibionts.

The occurrence of abundant and diversified forms of epibionts in the tubes of *Ditrupa arietina* in populations of different geographic areas, suggests that these phenomena are quite common, notwithstanding the local differences in the composition and frequency of the various associated species. These phenomena stress also the important role that dense populations of *Ditrupa* can extert for composition and structure of the local benthic soft-bottom community. The ecological implications of this kind of epibiosis include also some functional aspects (e.g., trophic) of the complex relationships between the host species and its epibiota, that need still to be clarified at the appropriate spatial and temporal scale.

Acknowledgements

We wish to thank Dr. S. Giacobbe for help in the identification of the epibionts, and for critical reading of the manuscript.

References

GAMBI M.C. (1986) - Ecological implications in the tube morphology and epibiota of a population of *Ditrupa arietina* (Polychaeta, Serpulidae). *Rapp. Comm. int. Expl. Mer Médit.*, **30** (2): 19.

GAMBI M.C., GIANGRANDE A., FRASCHETTI S. (1996) - Policheti dei fondi mobili del Golfo di Policastro (Mar Tirreno Meridionale): distribuzione e ruolo di alcune specie. Proceedings of the 7th Congress of the Italian Society of Ecology (S.It.E), Napoli 11-14 Settembre, 1996. (A. Virzo De Santo, A. Alfani, G.C. Carrada, F.A. Rutigliano Eds.) *S.It.E. Atti 1996*, **17**: 349-353.

LUCKENBACH M.W. (1986) - Sediment stability around animal tubes: the role of hydrodynamic processes and biotic activity. *Limnol. Oceanogr.*, **31** (4): 779-787.

MANGUM C.P., SANTOS S.L., RHODES W.R. (1968) - Distribution and feeding in the onuphid polychaete *Diopatra cuprea* (Bosc). *Mar. Biol.*, **2**: 33-40.

NESTEROFF W.D., RAWSON M. (1987) - Dynamic of modern sediments in the Strait of Messina (Sicily) and South-West Calabria. In: Le dètroit de Messine (Italie) Evolution Tectono-Sédimentaire Récente (Pliocène et Quaternaire) et Environnement Actuel. *Document et Travaux Institut Geologique Albert de Lapparent*, **11**: 211-223.

SOMASCHINI A. (1993) - A Mediterranean fine-sand community and the effect of the tube-dwelling *Owenia fusiformis* Delle Chiaje on community structure. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **78** (2): 219-233.

VARIOUS AUTHORS (1986) - *Indagine oceanografica e correntometrica nelle acque costiere della Sicilia (1984-85). Sedimentologia e bionomia bentonica.* Dipartimento di Biologia animale ed ecologia marina dell'Università di Messina (Ed.), **16**: 116 pp.

VARIOUS AUTHORS (1992) - *Programma di interventi per la valutazione delle condizioni ambientali delle acque marine calabresi. Indagine sul benthos. Seconda campagna (Capo Suvero-Punta Pezzo).* Regione Calabria (Ed.): 29 pp.

WOODIN S.A. (1977) - Algal "gardening" behavior by nereid polychaetes: effects on soft-bottom community structure. *Mar. Biol.*, **44**: 39-42.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 384-387

M.C. GAMBI, M. LORENTI, S. BUSSOTTI*, P. GUIDETTI*

Stazione Zoologica "A. Dohrn" Napoli, Laboratorio di Ecologia del Benthos,
Punta S.Pietro - 80077 Ischia (NA), Italy.
*Ist. di Anatomia Comparata, Università di Genova, Italy.

BORERS IN *POSIDONIA OCEANICA* SCALES: TAXONOMICAL COMPOSITION AND OCCURRENCE

ORGANISMI PERFORATORI NELLE SCAGLIE DI *POSIDONIA OCEANICA*: COMPOSIZIONE TASSONOMICA E DISTRIBUZIONE

Abstract

The occurrence of three species of polychaetes (Lysidice ninetta, L. collaris *and* Nematonereis unicornis) *and one species of isopods* (Limnoria tuberculata) *boring into* Posidonia oceanica *scales is recorded. A survey revealed the extent of the phenomenon along the italian coasts in beds located from 1 m to 28 m depth. Polychaetes were evenly distributed, while isopods occurred at fewer sites. Microniche differentiation within the scales between the two taxonomic groups of borers was also observed.*

Key-words: *Posidonia oceanica*, borers, Polychaeta, Isopoda.

Introduction

An important component of the stem habitat of *Posidonia oceanica* beds is built up by scales, i.e. the remains of shed leaves bases persisting along the rhizome and showing various degrees of tissue decaying. The occurrence of invertebrates burrowing inside stems of Australian seagrasses has been recently pointed out by Brearley and Walker (1993, 1996). As far as Mediterranean seagrasses are concerned, no organic record was available. A survey carried out at several sites along the western coasts of Italy highlighted the widespread occurrence of the phenomenon at the *Posidonia* stem level.

Material and methods

Investigated beds are located at various sites along the coasts of Liguria, Sardinia and Campania, and in the islands of Ventotene, Ischia, Ustica, Favignana, Levanzo and Linosa, at depths ranging from 1 m to 28 m (Table 1). At some sites various beds were surveyed, also in different periods, during the years 1995-1996.

A number of *Posidonia* shoots varying between 5 and 100 was collected at each site and then scales of each shoot examined for the presence of borers and/or traces of their empty burrows.

Results and discussion

Two groups of borers were singled out, belonging to polychaetes and crustacean isopods, respectively. Burrowing of at least one of the two groups has been detected at all sites investigated. The percentage of infested stems varied greatly between beds, ranging from 6 to 58% and reaching 95-100% in some localities (e.g., off

Tab. 1 - List of locations and beds of Posidonia at which borers into scales were observed.

Lista delle località e delle praterie di Posidonia in cui sono stati osservati organismi perforatori nelle scaglie.

Bed location	Date	Depth (m)	Number shoots exam.	Number shoots infested	%	Polych.	Isop.
Noli (Liguria)	May-Oct.'95	1	43	18	41,8	+	+
	May-Oct. '95	5	46	20	43,4	+	+
	May-Oct.'95	10	36	10	27,7	+	
	May-Oct.'95	15	47	23	48,9	+	
Prelo (Liguria)	May '95	4	5	2	40	+	
Cape Coda Cavallo (Sardinia)	May-Oct '95	6	40	12	30	+	+
Gulf of Oristano (Sardinia)	June '95	10	10	4	40	+	
Ventotene island, secca Molara	July '95	18	40	13	32,5	+	+
Ventotene, Punta dell'Arco	July '95	8	30	8	26,6	+	+
Ischia island (Gulf of Naples)							
Castello Aragonese	June '95	5	25	14	56	+	
	July '95	5	49	15	30	+	
	Nov.'95	3-5	51	6	11	+	
	Feb.'96	1	ca. 20	3	-	+	
	Feb.'96	3-5	ca. 20	2	-	+	
	May '96	3-5	43	17	39	+	
Ischia, Secca delle Formiche	May '95	15	28	6	21	+	
Ischia, San Pietro	Sept.'95	6-8	83	31	37	+	
Ischia, Lacco Ameno	Aug.'95	1	75	7	9,3	+	
	Aug.'95	5	75	22	29,3	+	
	Aug.'95	14	53	31	58,4	+	
	Aug.'95	22	51	24	47	+	+
	Nov.'95	2	62	4	6,4	+	
Ischia, Punta Caruso	Sept.'95	25	38	12	31,5	+	
Ischia, La Nave	Sept.'95	8	25	2	8	+	
	Sept.'95	25	53	16	30	+	
	Mar. '96	25	19	6	31	+	
Ischia, Forio	Nov.'95	28	41	6	14,6	+	
Ischia, Scarrupata di Barano	Mar. '95	17	13	3	23	+	
Bay of Jeranto (Salerno)	June '96	14	47	13	27,6	+	
Ustica island, Omo morto	Aug.'95	18	40	38	95	+	+
Ustica, Punta dell'Arpa	Aug.'95	8	30	30	100		+
Favignana island (Egadi)	Aug.'95	18-20	ca. 30	1	-	+	+
Levanzo island (Egadi)	Aug.'95	8	ca. 15	1	-	+	
Linosa island (Pelagie)	Aug.'95	18-20	ca. 100	100	-	+	+

- = not measurable; + presence of borer specimens

Ustica, Table 1). In the Noli bed (Liguria), a number of 209 borers per square meter was estimated at 1 m depth, whereas at 15 m minimum abundance was calculated (76 individuals) (Guidetti *et al.*, in press).

Polychaetes were represented by three species of Eunicidae: *Lysidice ninetta* (Audouin & M. Edwards), *Lysidice collaris* Grube and *Nematonereis unicornis* (Grube). Both species of *Lysidice* are cryptic forms already known as borers into calcareous algae and therefore commonly found in both shallow and deep coralligenous-dwelling assemblages. Both species are also known from *Posidonia* beds. *N. unicornis* shows a wider ecological distribution, occurring also in soft bottom assemblages. Herein, *L. collaris* and *N. unicornis* are first recorded as borers into *Posidonia* scales, whereas such behaviour was already documented for *L. ninetta* by Kerneis (1960).

On the whole, polychaetes appeared to have a wider distribution in comparison to isopods. They were present at almost all sites surveyed; the most widespread species was *L. ninetta*, followed by *L. collaris*. Besides the sites considered in this survey, the above polychaete species were observed in *Posidonia* scales also along the coasts of Latium (Somaschini, pers. comm.) and northern Sicily (Badalamenti, pers. comm.).

Examination of scales showed that all the three polychaete species dig typical sinuous burrows into the middle tissues. Such burrows are visible from outside the scale surface and, when empty, are often filled with sediment, which favours colonization by various organisms (mainly other polychaetes).

In many instances, the removal of the scale cuticle has been observed. Damage to the living shoot base, caused by polychaete burrowing, sometimes occurred, leading to the detachment of the leaves from the stem. The number of individuals was generally 1 per scale and per stem; occasionally up to 3 individuals per stem were recorded.

The taxonomical analysis of isopods is still in progress, although the bulk of specimens found seems to belong to the species *Limnoria tuberculata* Sowinsky, a representative of the family Limnoriidae which comprehends wood-, seaweed- and seagrass-boring forms.

During the present study, limnoriids were found to occur at approx. 60 % of the investigated sites at depths varying between 1 m and 20 m. They burrowed branching tunnels inside scales close to the leaf base and still showing a ligula. The number of individuals per scale varied between 1 and 8 (juveniles and adults).

Within the complex habitat built up by overlapped scales, a separation of spatial niches between polychaetes and isopods appears to be realized, as revealed by a lepidochronological analysis carried out for some of the studied sites. Limnoriids seem to select younger scales closer to the leaf base and to the living shoot, whereas polychaetes are most abundant in older scales whose thickness is comprised between 0.7 and 0.9 mm. (Guidetti *et al.*, in press). Niche differentiation within the scales among the three species of polychaetes are not detectable on the basis of these data.

As highlighted by the present survey, the occurrence of borers in *Posidonia* systems appears to be a widespread phenomenon, having possibly far-reaching implications for the ecological processes of the systems themselves.

References

BREARLEY A., WALKER D.I. (1993) - Isopod borers in seagrass species from south-western Australia. In: F.E. Wells, D.I. Walker, H. Kirkman and R. Lethbridge (Eds.). *Proceedings of the Fifth International Marine Biological Workshop: The Marine Flora and Fauna of Rottnest Island*, Western Australian Museum, Perth, **2**: 415-428.

BREARLEY A., WALKER D.I. (1996) - Burrow structure and effects of burrowing isopods (Limnoriidae) in southwestern australian *Posidonia* meadows: In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (Eds). *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January 1996: 261-268.

GUIDETTI P., BUSSOTTI S., GAMBI M.C., LORENTI M. (in press) - Invertebrate borers in *Posidonia oceanica* scales: relationships between their distribution and lepidochronological parameters. *Aquatic Botany*.

KERNEIS A. (1960) - Contribution à l'étude faunistique et écologique des herbiers de Posidonies de la région de Banyuls. *Vie et Mileu*, **11** (2): 145-187.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 388-392

G. Giaccone, V. Di Martino

Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

VEGETAZIONE MARINA RELITTA IN MEDITERRANEO

MEDITERRANEAN RELICT MARINE VEGETATION

Abstract

Occurence of paleoendemic and neoendemic marine floral elements in present Mediterranean Sea exhibits the paleoceanography events from the Cretaceous era to early sapropel crisis during the prehistoric period.

Key-words: Marine vegetation, relict, Mediterranean.

Introduzione

L'interesse scientifico sulla fitogeografia del Mediterraneo si è accentuato nell'ultimo decennio anche per cercare di comprendere i fenomeni attuali di rapida trasformazione nella composizione del contingente floristico (incremento di circa il 10% in un secolo) nelle biocenosi bentoniche del sistema fitale di questo mare (Lüning, 1990; Giaccone, 1991; Verlaque, 1994; Boudouresque e Ribera, 1994). L'evoluzione geologica (Stanley e Wezel, 1985) e le crisi climatiche (Stanley 1978 e 1990; Doumenge, 1993; Giaccone e Di Martino, 1994) di questo bacino sono state messe in relazione sia all'origine di popolamenti ad alghe brune (Giaccone, 1991) che alla dispersione di specie ad affinità calda di alghe verdi (Giaccone e Di Martino, 1995).

Ci sembra pertanto interessante presentare qualche considerazione su alcuni importanti aggruppamenti vegetali che costituiscono aspetti originali o comunque peculiari del Mediterraneo, nei confronti degli oceani confinanti: Indo-Pacifico e Atlantico, e che si possono considerare relitti di manto vegetale sia nell'accezione corologica stretta (Giaccone, 1991; Lim *et al.*, 1986) che in senso più ampio per la presenza di specie dominanti e caratteristiche, riferibili a paleoendemismi (*Laminaria rodriguezii*, *Posidonia oceanica*) e a neoendemismi (*Fucus virsoides*) originati per isolamento geografico dalle specie ancestrali di origine.

Nell'originare questa vegetazione "relitta" hanno svolto una funzione determinante la paleogeografia e la paleoecologia del Mare Artico per i rapporti tra il Pacifico settentrionale ed il Mediterraneo, la tettonica a zolle del bacino mediterraneo durante il Terziario per le specie di origine subtropicale ed infine l'evoluzione del bacino sarmatico-pontico, o Paratetide, per le specie di origine boreale durante il Plio-Pleistocene (Sims, 1980; Por e Dimentman, 1985; Garbary e South, 1990).

Risultati e discussione

Come esempio di vegetazione di origine nord-pacifica attraverso vie settentrionali dell'oceano paleoartico citiamo quella a *Laminaria rodriguezii* diffusa in tutto il circalitorale.

Le altre due specie del gruppo rizomatose del genere *Laminaria* (*L. sinclairii*

e *L. longipes*) si trovano accantonate, infatti, nel Pacifico settentrionale tra le coste settentrionali asiatiche e quelle del Nord America.

Il percorso ipotizzabile per questa vegetazione interessa alcuni mari epicontinentali ora scomparsi, come le "vie marine" Cannonbal e Turgai (Markam, 1972; Wilce, 1990; Lüning e Dieck, 1990; Giaccone, 1991). La via tropicale del Mare Tetide, dipendente dall'Indo-Pacifico, è all'origine della vegetazione a *Posidonia* con la distribuzione attualmente disgiunta in Mediterraneo (*P. oceanica*) e attorno all'Australia occidentale e meridionale (*P. australis*, *P. sinuosa*, ecc...).

Anche per la vegetazione di alcuni tipi di Maërl (Melobesie libere dei generi *Porolithon*, *Mesophyllum*, *Phymatolithon*, ecc...) si può ipotizzare questa stessa origine.

La trasgressione pliocenica detta dei Trubi spiega la dispersione della vegetazione a *Laminariales* dello Stretto di Messina, originaria dell'area lusitano-senegalese e oggi in situazione geografica disgiunta (Fredj e Giaccone, 1987; Lüning, 1990). Il bacino della Paratetide si estese durante il terziario medio e superiore e nella prima parte del Quaternario in una vasta zona del bacino sarmatico-pontico ed in tratti significativi delle regioni italiane, con digitazioni in contatto con i "Laghi-Mare" residui del Bacino Tetide (Bacescu, 1966; Grasso *et al.*, 1982; Por e Dimentman, 1985).

La vegetazione del mesolitorale a *Fucus virsoides*, localizzata oggi in corrispondenza di acque fredde e dissalate dell'Adriatico, dall'Albania al Veneto,

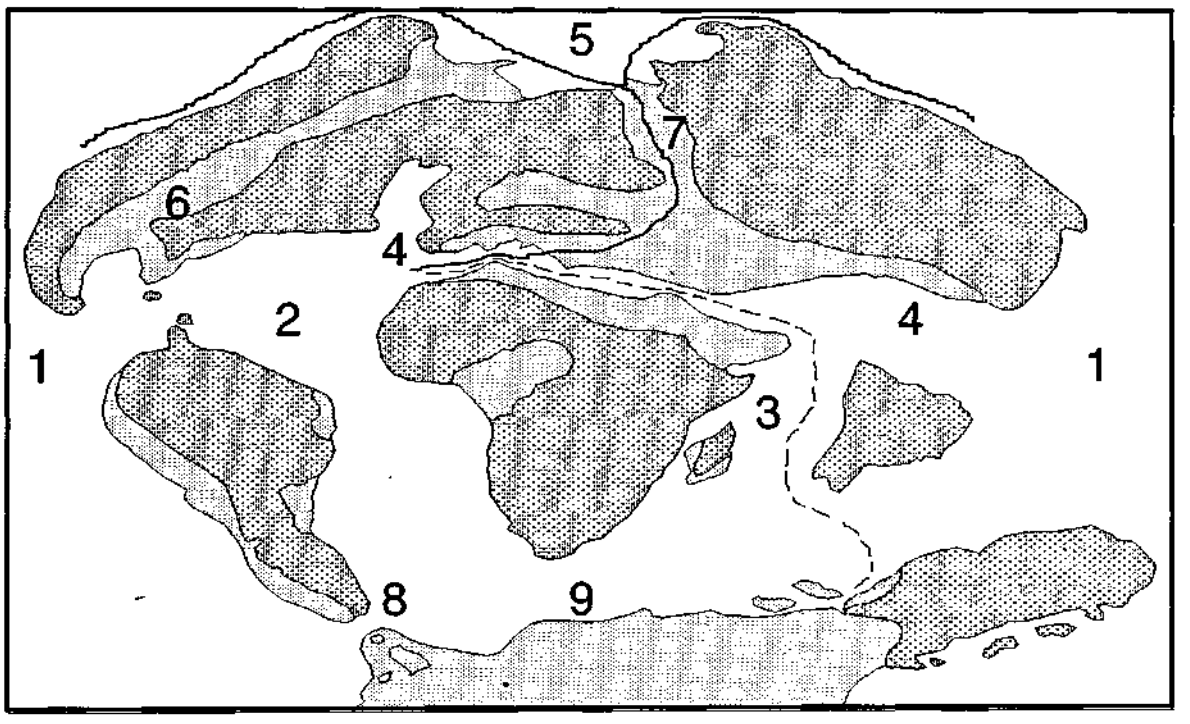


Fig. 1 - Comunicazioni tra Mari e Oceani durante il Cretaceo superiore ed il Terziario inferiore: 1 - Oceano Pacifico, 2 - Oceano Atlantico, 3 - Oceano Indiano, 4 - Mare Tetide, 5 - Mare Artico, 6 - Via Marina Cannonbal, 7 - Via Marina Turgai, 8 e 9 - Vie Marine Australi (secondo Sims, 1990). Probabili vie di dispersione delle specie ancestrali di *Laminaria rodriguezii* —, di *Posidonia oceanica* e di Rodoliti (*Corallinales*) - - - -

Connections between Seas and Oceans during the Upper Cretaceous and Lower Tertiary: 1 - Pacific Ocean, 2 - Atlantic Ocean, 3 - Indian Ocean, 4 - Tethys Sea, 5 - Arctic Sea, 6 - Cannonbal seaways, 7 - Turgai seaways, 8 and 9 - Southern seaways (by Sims, 1990). Hypothetical trans-migration seaways of ancestral species of *Laminaria rodriguezii* —, of *Posidonia oceanica* and of Rhodoliths (Corallinales) - - - -.

è un relitto di questo bacino e di specie originate dall'Atlantico settentrionale (Mare del Nord) con il quale era in comunicazione (Giaccone e Pignatti, 1967). Più controversa è la caratterizzazione di vegetazione relitta per i prati a *Caulerpa racemosa*, *C. scalpelliformis*, *C. sertularioides* e a *C. taxifolia* (compresa *C. mexicana*) del Mediterraneo orientale (Rayss, 1955; Edelstein, 1962; Mayoub, 1976; Giaccone e Di Martino, 1995; Doumenge, 1995).

La specie del genere *Caulerpa* che in Mediterraneo presenta attualmente maggiore attività di dispersione è *C. racemosa* (Ionio, Egeo, Adriatico, Tirreno, Mar Ligure). Segue per importanza *C. taxifolia* sia nella ecade *taxifolia* che nella ecade *mexicana* (Coppejans e Prud'Homme, 1992; Chisholm *et al.*, 1995), già presenti anche in Adriatico, oltre che in vaste zone del Mediterraneo sia orientale che occidentale. In fase di attiva dispersione è anche *C. scalpelliformis*, anche se è ancora confinata sulle coste del Medio-oriente. *C. sertularioides* è invece limitata al Mare di Azov (Gallardo *et al.*, 1993).

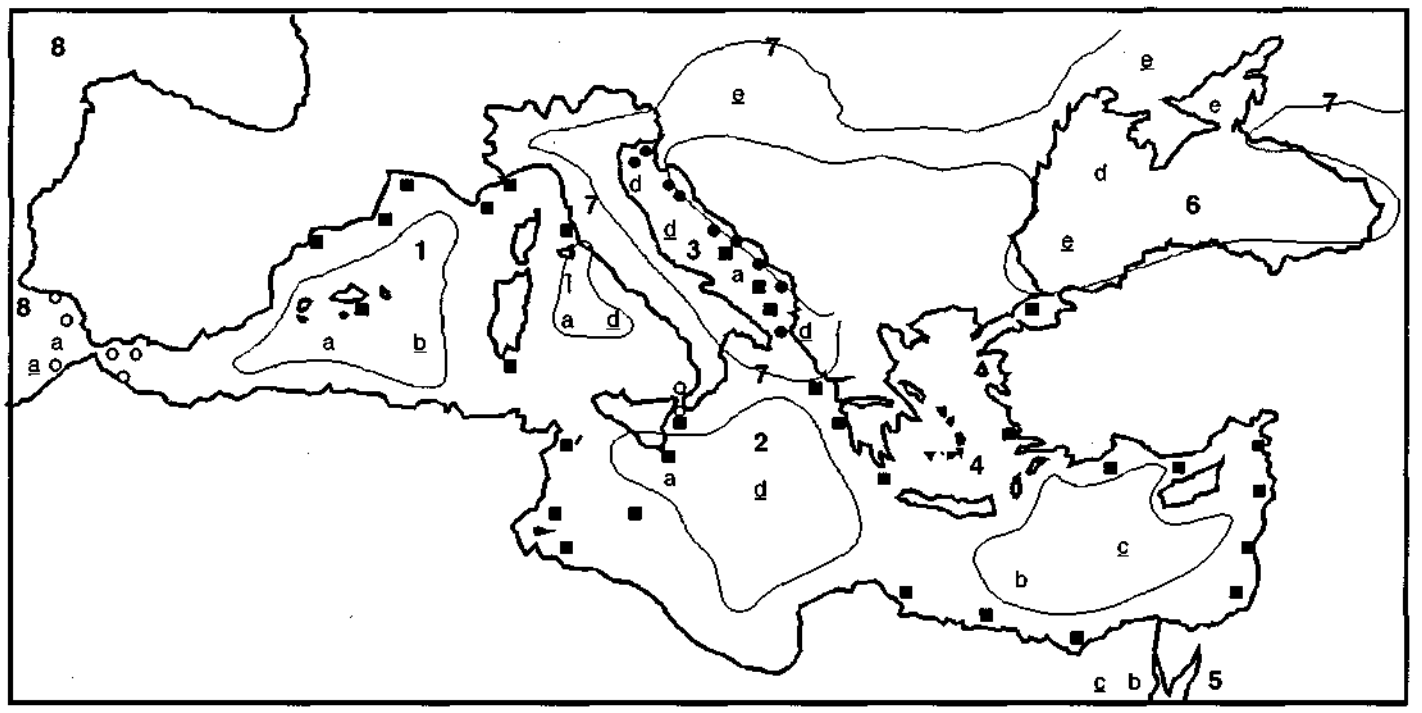


Fig. 2 - Laghi-Mare e Paratetide durante il Terziario medio e superiore: 1 - Mediterraneo occidentale, 2 -Mare Jonio, 3 - Mare Adriatico, 4 - Mare Egeo, 5 - Mar Rosso, 6 - Mar Nero, 7 - Paratetide, 8 - Oceano Atlantico. Distribuzione attuale della vegetazione relitta a *Fucetum virsoides* (Paratetide) ●, *Cystoseiretum strictae* s.a. *Cystoseiretosum tamariscifoliae*, *Cystoseiretum usneoidis* s.a. *Laminarietosum ochroleucae* (Trasgressione Pliocenica) ○, e a *Caulerpa sp.pl.* ■ (Giaccone e Di Martino, 1994). Le lettere indicano i valori di salinità attuale; quelle sottolineate riportano i valori presunti nell'ambito dei laghi-mare durante il Messiniano: a = 33-38‰, b = 40-60‰, c = 70-100‰, d = 15-30‰, e = 8-12‰. (Lo schema è stato elaborato in base ai dati paleontologici e sedimentologici: secondo Por *et al.*, 1985).

Lacustrine basins and Paratethys during the Medium and the Upper Tertiary: 1 - Western Mediterranean Sea, 2 - Jonian Sea, 3 - Adriatic Sea, 4 - Aegean Sea, % - Red Sea, 6 - Blak Sea, 7 - Paratethys, 8 - Atlantic Ocean. Actual distribution of relict vegetation: *Fucus virsoides* (Paratethys) ●, *Cystoseiretum strictae* s.a., *Cystoseiretosum tamariscifoliae*, *Cystoseiretum usneoidis* s.a. *Laminariesetum ochroleaucae* (Pliocene Transgression) ○, and *Caulerpa* sp.pl. ■, (Giaccone & Di Martino,1994).The letters specify the current salinity values; underlined letters specify the estimated values in Lacustrine basins during the Messinian: a = 33-38‰, b = 40-60‰, c = 70-100‰, d = 15-30‰, e = 8-12‰.(The model was elaborated from the paleontological and sedimentological data: by Por *et al.*, 1985).

Per alcune di queste specie si è supposta (Rayss, 1955) una situazione relitta di origine tetidea nell'area medio-orientale (*C. racemosa*, e *C. taxifolia* ecade *mexicana*). Il Mare Egeo centro meridionale è ritenuto da molti dei geologi e dei biogeografi sopra citati un ambiente relitto della Tetide, mentre il Mar Nero, il Lago d'Aral ed il Mar Caspio costituiscono ambienti relitti della Paratetide (Fig. 1-2).

Concludendo, la biogeografia della vegetazione del Mediterraneo offre interessanti suggerimenti per la ricostruzione delle vicende tettoniche e paleoclimatiche di questo mare.

Bibliografia

BACESCU M. (1966) - Die kaspische Reliktfaune im Pontoasowschen Becken und in andere Gewässern. *Kieler Meeresforrsch.*, **22**: 176-188.

BOUDOURESQUE CH.F., RIBERA M.A. (1994) - Les introductions d'espèces végétales et animales en milieu marin - Consequences écologiques et économiques et problemes legislatifs. in Boudouresque C.F., Meinesz A., Gravez V. édit., *GIS Posidonie publ.*, Fr.: 29-102.

CHISHOLM J.R.M., JAUBERT J.M., GIACCONE G. (1995) - *Caulerpa taxifolia* in the NW Mediterranean: introduced species or migrant from the Red Sea?. *C. R. l'Acad. Sci., Paris.* **318**: 1219-1226.

COPPEJANS E., PRUD'HOMME VAN REINE W.F. (1992) - Seaweeds of the Snellius-II Expedition (E. Indonesia): the genus *Caulerpa* (Chlorophyta-Caulerpales). *Bull. Séanc. r. Sci. Outre-Mer Meded. Zitt. K. Acad. overzeese Wet.*, **37** (1991-4): 667-712.

DOUMENGE F. (1993) - La Méditerranée peut-elle mourir? Crises climatiques et pollution anthropique dans une mer fermée. *in: La mer assassinée. Peuples Méditerranéens*, **62-63**: 11-27.

DOUMENGE F. (1995) - Quelques réflexions sur les algues Caulerpes. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 613-633.

EDELSTEIN T. (1962) - On the algal association and the ecology of the benthonic flora of the Aifa Bay. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull.*, **27** (42): 209-219.

FREDJ G., GIACCONE G. (1987) - Bionomie des fonds a *Laminariales* du Détroit de Messine. In Barrier P., Di Geronimo I. e Montenat Ch.,: 237-238.

GALLARDO T., GÓMEZ GARRETA A., RIBERA M.A., CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., BOUDOURESQUE C.F. (1993) - Check-list of Mediterranean Seaweeds. II *Chlorophyceae* Wille s.l. *Bot. Mar.*, **36**: 399-421.

GARBARY D.J., SOUTH G.R. (1990) - Evolutionary Biogeography of the Marine Algae of the North Atlantic. NATO ASI Series G: *Ecological Sciences*, **22**: 429 pp.

GIACCONE G. (1991) - Biogeografia di alghe brune e tettonica a zolle. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **24** (337): 65-86.

GIACCONE G., PIGNATTI S. (1967) - Studi sulla produttività primaria del Golfo di Trieste. II: La vegetazione del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **3** (2): 1-27.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1994) - The Paleoclimatic Bases for the Evolutive Tendencies of Mediterranean Marine Vegetation. *Giorn. Bot. Ital.*, **128** (6): 1050-1061.

GIACCONE G., DI MARTINO V. (1995) - Le Caulerpe in Mediterraneo: un ritorno del vecchio bacino Tetide verso il dominio Indo-Pacifico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 607-612.

GRASSO M., LENTINI F., PEDLEY H.M. (1982) - Late Tortonial-Lower Messinian (Miocene) Palaeogeography of SE Sicily: information from two new formations of the Sortino Group. *Sedimentary Geology*, **32**: 279-300.

LIM B.L., KAWAI H., HOR I.H., OSAWA S. (1986) - Molecular evolution of 5S ribosomial RNA from red and browm algae. *Jap. J. Genet.*, **61**: 169-176.

LÜNING K. (1990) - *Seaweeds*. ed. Wiley and Sons; New York: pp.527.

LÜNING K., TOM DIECK I. (1990) - The distribution and evolution of the *Laminariales*: North Pacific-Atlantic relationships. in Garbary D.J., South G.B., NATO ASI Series G: *Ecol. Sci.*, **22**: 187-204.

MARKAM J.W. (1972) - Distribution and taxonomy of *Laminaria sinclairii* and *L. longipes* (Phaeophyceae, Laminariales). *Phycologia*, **11** (2): 147-157.

MAYHOUB H. (1976) - Recherches sur la végétation marine de la côte syrienne. Etude expérimentale sur la morphogénèse et le développement de quelques espèces peu connues. *Thèse sci. nat.*, Caen: pp. 286.

POR F.D., DIMENTMAN C. (1985) - Continuity of Messinian biota in the Mediterranean basin, in: Stanley D.J., Wezel F.C.; ed. Springer Verlag, *Geological evolution of the Mediterranean Basin*, New York, USA: 545-557.

RAYSS T. (1955) - Les algues marines des côtes palestiniennes - I. Chlorophyceae. Caulerpes. *Bull. Sci. Fish. Res. Stn. Haifa*, **9**: 22-25.

SIMS R.W. (1980) - A classification and the distribution of earthworms, Suborder *Lumbricina* (Haplotaxida: Oligochaeta). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, **38**: 103-124.

STANLEY D.J. (1978) - Ionian Sea Sapropel distribution and late quaternary palaeoceanography in the eastern Mediterranean. *Nature*, **274**: 149-152.

STANLEY D.J. (1990) - Med desert theory is drying up. *Oceanus*, **33** (1): 12-23.

STANLEY D.J., WEZEL F.-C. (1985) *Geological evolution of the Mediterranea Basin*. Springer-Verlag, New-York: 589 pp + 287 fig.

VERLAQUE M. (1994) - Inventaire des plantes introduites en Méditerranée: origines et répercussions sur l'environments et les activités humaines. *Oceanol. Acta*, **17** (1): 1-23.

WILCE R.T. (1990) - Role of Artic Ocean as a bridge beetween the Atlantic and Pacific Oceans: fact and hypotesis. in Garbary D.J. & South G.B., NATO ASI Series G: *Ecol. Sci.*; **22**: 323-347.

Il lavoro è stato eseguito con il contributo M.U.R.S.T. (60%)

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 393-395

S. GIACOBBE, M. LEONARDI*, S. JERACE

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina,
Università di Messina, Salita Sperone 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.
*Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R., Messina, Italia.

TANATOCENOSI A *TURRITELLA COMMUNIS* E VARIAZIONI DEI FATTORI EDAFICI IN TRE AREE COSTIERE DELL'ITALIA MERIDIONALE

TURRITELLA COMMUNIS THANATOCOENOSIS RELATED TO EDAFIC CHARACTERISTICS IN SOME LITTORAL BOTTOMS OF SOUTHERN ITALY

Abstract

Qualitative and quantitative data of some Turritella communis *thanatocoenoses were studied and related to the living mollusc communities and edafic characteristics of the bottom. Geographic differences were pointed out on sediment texture, organic matter content and thanatocoenosis composition. Differences between living mollusc communities and thanatocoenosis structure pointed out temporal variation on sedimentation rate.*

Key-words: Thanatocoenosis, *Turritella communis*, mollusc, edafic environment, Mediterranean Sea.

Introduzione

Turritella communis Risso è definita da Pérès e Picard (1964) come specie caratteristica preferenziale della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, nella quale può costituire rilevanti *facies* in presenza di cospicui apporti sedimentari.

Sebbene sia considerata fra le specie più comuni del Mediterraneo, *T.communis* è raramente segnalata nei mari meridionali italiani, verosimilmente in relazione all'andamento irregolare e discontinuo dei processi sedimentari (Giacobbe e Mondello, 1994). Per contro, tanatocenosi a *T.communis* non accompagnate da popolazioni viventi, sono state più volte segnalate in queste regioni (Di Geronimo e Giacobbe, 1983; Giacobbe e Leonardi, 1985; Giacobbe e Mondello, 1994). Nel presente lavoro si prospetta l'ipotesi che lo studio delle tanatocenosi a *T.communis,* integrato a quello dei parametri edafici, possa contribuire alla ricostruzione delle variazioni ambientali subite dai biotopi fangosi nel breve-medio periodo.

Materiali e metodi

Sono state esaminate 15 tanatocenosi a *T.communis* ed i relativi popolamenti a molluschi di tre aree, caratterizzate da differenti condizioni ambientali, lungo le coste joniche e tirreniche calabresi, e nello Stretto di Sicilia. Sugli stessi campioni sono stati determinati i principali parametri granulometrici ed il contenuto in Carbonio organico totale (TOC). I campionamenti sono stati effettuati mediante benna Van Veen da 70dm^3, a profondità comprese fra 30m e 50m.

Risultati e conclusioni

Le caratteristiche del substrato, dal punto di vista tessiturale evidenziano una netta differenziazione fra le coste calabre, che presentano una granulometria più

grossolana ed eterogenea, e lo Stretto di Sicilia, in cui predominano sedimenti fangosi e ben cerniti. Inoltre, in quest'area, i valori di diametro medio (Mz), risultano più omogenei, in relazione ad una evidente uniformità spaziale del regime sedimentario (Tab.1). Al contrario lungo le coste joniche, ed ancor più lungo le tirreniche, la maggiore variabilità del regime sedimentario determina un andamento più discontinuo dei valori di Mz. Il pool organico, che raggiunge ovunque valori apprezzabili, appare più cospicuo nei sedimenti dello Stretto di Sicilia, probabilmente in relazione alla granulometria più fine.

Tab. 1 - Riepilogo dei principali parametri sedimentologici e dei valori di dominanza di *T. communis* nelle tanatocenosi. T2-T15 Mar Tirreno; J62-J64 Mar Jonio; C1-C13 Stretto di Sicilia.

Main granulometric parameters and dominance values of T. communis. T2-T15 Tyrrenian Sea; J62-J64 Jonian Sea; C1-C13 Strait of Sicily.

Stazione	Sabbia %	Fango gross. %	Fango fine e Argilla %	Mz Φ	Cernita	TOC %	Turritella %
T2	62.93	27.59	9.48	4.05	1.48	0.37	33
T4	23.03	45.91	31.06	5.18	1.72	0.75	59
T7	37.93	59.36	2.70	4.43	1.03	0.36	91
T8	15.16	67.39	14.15	5.08	1.18	0.48	48
T12	62.65	28.38	8.98	4.11	1.33	0.30	49
T15	45.84	30.94	23.22	4.90	1.90	0.36	67
J62	34.64	43.88	21.49	4.75	1.80	0.53	58
J63	42.64	25.00	32.36	4.83	2.45	0.49	60
J64	42.91	15.57	41.52	5.34	2.74	0.38	56
C1	2.82	13.22	83.96	6.87	1.03	0.85	66
C2	2.12	12.12	85.76	7.70	1.32	0.76	85
C3	2.78	12.12	85.10	6.89	1.02	0.82	50
C4	2.26	9.03	88.70	6.98	1.02	0.67	30
C5	2.82	16.60	80.59	6.72	1.14	0.64	53
C13	2.63	8.84	88.54	7.83	1.24	0.65	53

Così come nei parametri edafici, i tre siti selezionati si differenziano anche sulla base della composizione delle tanatocenosi. I campioni dell'area jonica, sono caratterizzati da una assoluta prevalenza delle specie a larga ripartizione ecologica. Per contro, nelle stazioni del Tirreno, si osserva una maggiore diversificazione biologica, con una notevole incidenza delle specie ad affinità detritica. Nei campioni provenienti dallo Stretto di Sicilia, infine, nonostante la relativa omogeneità sedimentologica dell'area, si osservano stazioni più nettamente dominate da *T.communis* (ad es. C2), rispetto ad altre (ad es. C4 e C5), in cui la *facies* viene ridimensionata dai notevoli valori di dominanza delle specie indicatrici di torbidità al fondo e/o di instabilità sedimentaria.

Dai dati in nostro possesso, appare evidente che i sedimenti misti a matrice sabbioso-fangosa, in cui sono stati rinvenuti individui viventi di *T.communis*, rappresentano un substrato ideale per l'insediamento di questa specie. In questo tipo di equilibrio sedimentario, il popolamento a *T.communis* è suscettibile di evolvere in facies, come testimoniato dagli elevati valori di dominanza nelle tanatocenosi (>50%). Al contrario, i sedimenti misti a matrice fangoso-argillosa non sembre-

rebbero favorire l'insediamento di *T.communis*. Tuttavia la situazione rilevata nello Stretto di Sicilia evidenzia come fanghi plastici e compatti, associati ad una lievissima frazione sabbiosa di origine biodetrica, possano comunque ospitare cospicue popolazioni di *T.communis*. Perchè ciò si verifichi è però necessario che l'apporto sedimentario non sia continuo, bensì che il film fluido superficiale venga a depositarsi su un substrato reso compatto da una più o meno prolungata stasi sedimentaria.

In conclusione, l'esempio di *T.communis* dimostra come eventi di notevole significato ecologico, non rilevabili direttamente per la loro aleatorietà temporale, possano essere comunque identificati sulla base delle informazioni ottenibili dall'analisi delle caratteristiche del substrato e delle comunità bentoniche attuali.

Bibliografia

DI GERONIMO I., GIACOBBE S. (1983) - Popolamenti e tanatocenosi a molluschi dei fanghi terrigeni costieri al largo di Brucoli (Siracusa). *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat., Torino,* **1** (1): 137-164.

GIACOBBE S., LEONARDI M. (1985) - Caratteristiche dei sedimenti e bionomia bentonica in un'area campione del Golfo di Milazzo. *Mem. Biol. Mar. Ocean.,* **15**: 165-189.

GIACOBBE S., MONDELLO G.P. (1994) - *Turritella* thanatofacies in the terrigenous mud biocoenosis (VTC) in Southern Tyrrhenian Sea. *Boll. Soc. Paleont. Ital.,* Spec. Vol. **2**, Mucchi, Modena: 141-151.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume,* **31** (47): 5-137.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 396-398

P. Gianguzza, R. Chemello, A. Cicciari, S. Riggio

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, via Archirafi 18 - 90123 Palermo, Italia.

STRUTTURA DEL POPOLAMENTO A MOLLUSCHI DELLA VASCA DI FREDDA DI UNA SALINA MARSALESE

STRUCTURE OF THE MOLLUSCAN ASSEMBLAGES IN A COOLING VAT OF A SALTWORK NEAR MARSALA (WESTERN SICILY)

Abstract

A survey on the malacofauna of a cooling vat in a sicilian saltwork has been carried out. The results show two assemblages associated to different substrata, hard and soft bottoms respectively. The presence of a well developed bed formed by the bivalve Brachidontes pharaonis *was pointed out.*

Key-words: saltwork, lagoon, mollusc, Sicily, Mediterranean.

Introduzione

La malacofauna bentonica delle saline è pressochè sconosciuta, nonostante siano molteplici i motivi di interesse scientifico legati a questi ambienti estremi (Brock, 1979) ed alla loro colonizzazione da parte di specie paraliche. Scopo del presente lavoro è stato quello di studiare la struttura del popolamento a Molluschi della vasca di fredda della salina "Ettore", a Marsala (Sicilia occidentale), cercando di stabilire quali fattori regolano la distribuzione delle specie ed i rapporti che questa fauna ha con il bacino antistante dello Stagnone di Marsala.

La vasca di fredda, di forma pressochè quadrangolare con una superficie di circa 5 ha, ha una profondità media di 80cm e comunica con lo Stagnone attraverso una bocca. I fondali sabbiosi e sabbio-fangosi sono colonizzati esclusivamente da una prateria di *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschrs. che ricopre quasi interamente il settore centro-meridionale del bacino.

Materiali e metodi

Le campagne di campionamento sono state effettuate durante il corso dell'anno 1994-1995, con cadenza stagionale. I campioni sono stati raccolti in immersione in sei stazioni: cinque all'interno della salina ed una all'interno dello Stagnone. Sono stati utilizzati un box-corer da 8 litri (in 3 repliche) per i campioni di fondo mobile e la tecnica del grattaggio su una superficie omogenea di 20x20 cm, per il prelievo dei campioni di fondo duro.

Le analisi statistiche sono state condotte su due matrici, una per i fondi mobili del sistema Stagnone-salina ed una per la sola "fredda". Per ogni specie è stata calcolata la dominanza specifica, la dominanza totale e la frequenza totale. Sulle due matrici si è proceduto con l'analisi fattoriale delle corrispondenze (AFC).

Risultati

Il popolamento a Molluschi è risultato composto da 23 specie con 11.137 individui suddivisi in Poliplacofori (2%), Gasteropodi (88%) e Bivalvi (10%). I risultati

dell'AFC (F1= 54,3%; F2= 26,7% var. tot.) (Fig. 1) hanno mostrato che le specie della "fredda" si raggruppano in due clusters, polarizzati agli estremi di F1, composti rispettivamente dai campioni dei fondi mobili e dai campioni di fondo duro, senza correlazione tra i due popolamenti.

La comunità paucispecifica dei fondi duri è dominata, durante tutto l'anno, dal mitilide di origine indopacifica *Brachidontes pharaonis*, già segnalato per le coste siciliane (Arcidiacono e Di Geronimo, 1976) mentre il popolamento dei fondi mobili presenta una situazione più articolata, con un "gruppo fondamentale" di specie, composto da *Ventrosia ventrosa*, *Pirenella conica*, *Abra segmentum*, *Loripes lacteus* e *Cerastoderma glaucum*, fortemente influenzato nella sua distribuzione soprattutto dalla presenza del prato di *C. nodosa.*

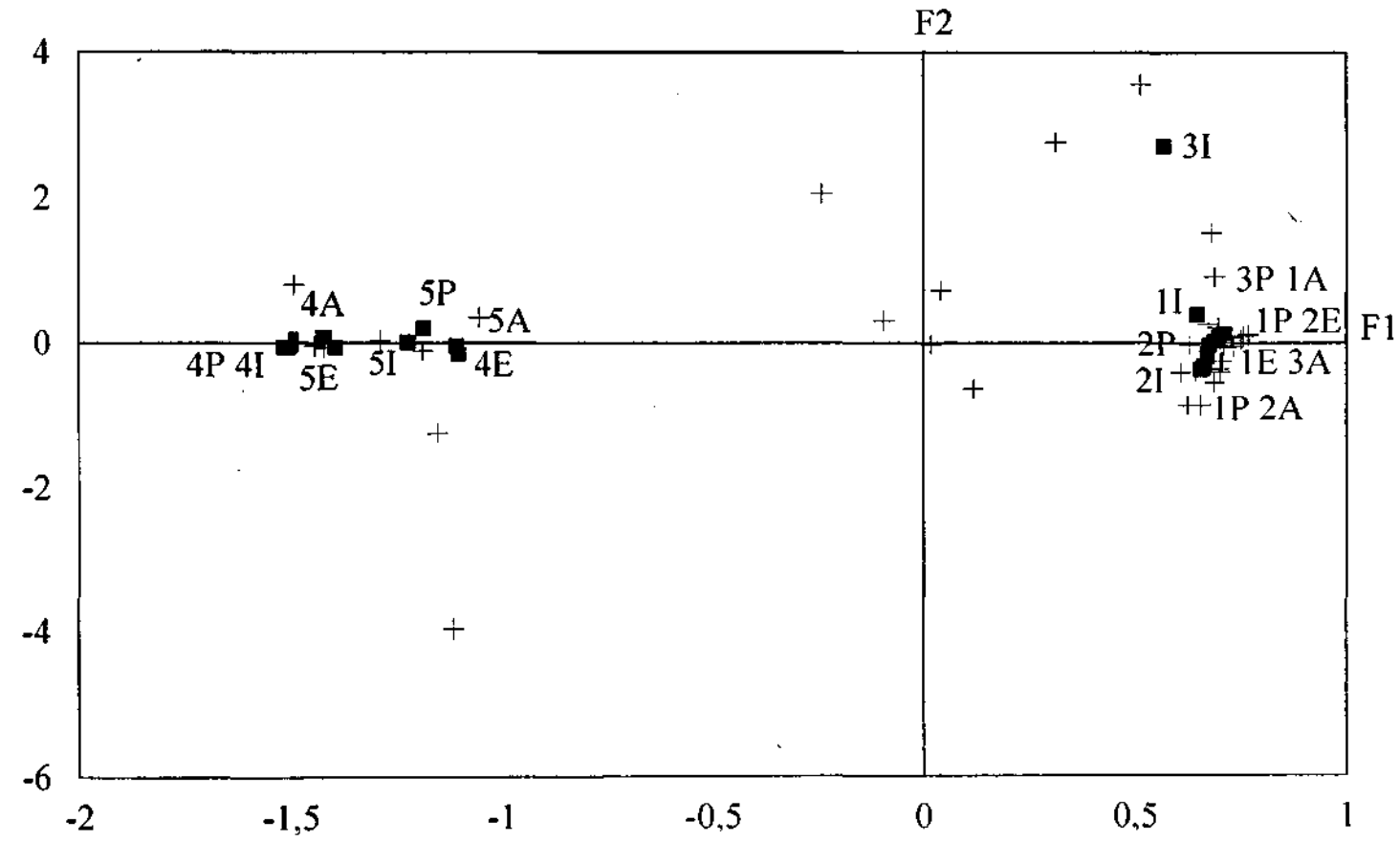


Fig. 1 - Analisi fattoriale delle corrispondenze dei campioni (■) e delle specie (+) della sola vasca di fredda. I numeri 1-5 indicano le stazioni mentre P-E-A-I indicano le stagioni di campionamento. Le specie (+) non sono numerate.

Factorial analysis of correspondence of the cooling vat samples. The numbers 1-5 mean the stations of sampling (■) while the letters P-E-A-I mean the seasons of sampling (P= spring; E= summer; A= autums; I= winter). The species (+) are not numbered.

La seconda AFC (F1= 45,1%; F2= 22,1% var. tot.) (Fig. 2), relativa ai fondi mobili di Stagnone e "fredda", evidenzia che la fauna della "fredda" non ha nessun rapporto strutturale con quella presente nello Stagnone.

Conclusioni

Dall'esame generale della malacofauna e dei suoi rapporti con il bacino dello Stagnone si possono mettere in evidenza i seguenti punti:

1. all'interno della "fredda" sono presenti due popolamenti separati tra loro e privi di qualsiasi collegamento strutturale. Non sembrano, infatti, esistere intrusioni di specie tra i fondi mobili ed i fondi duri.

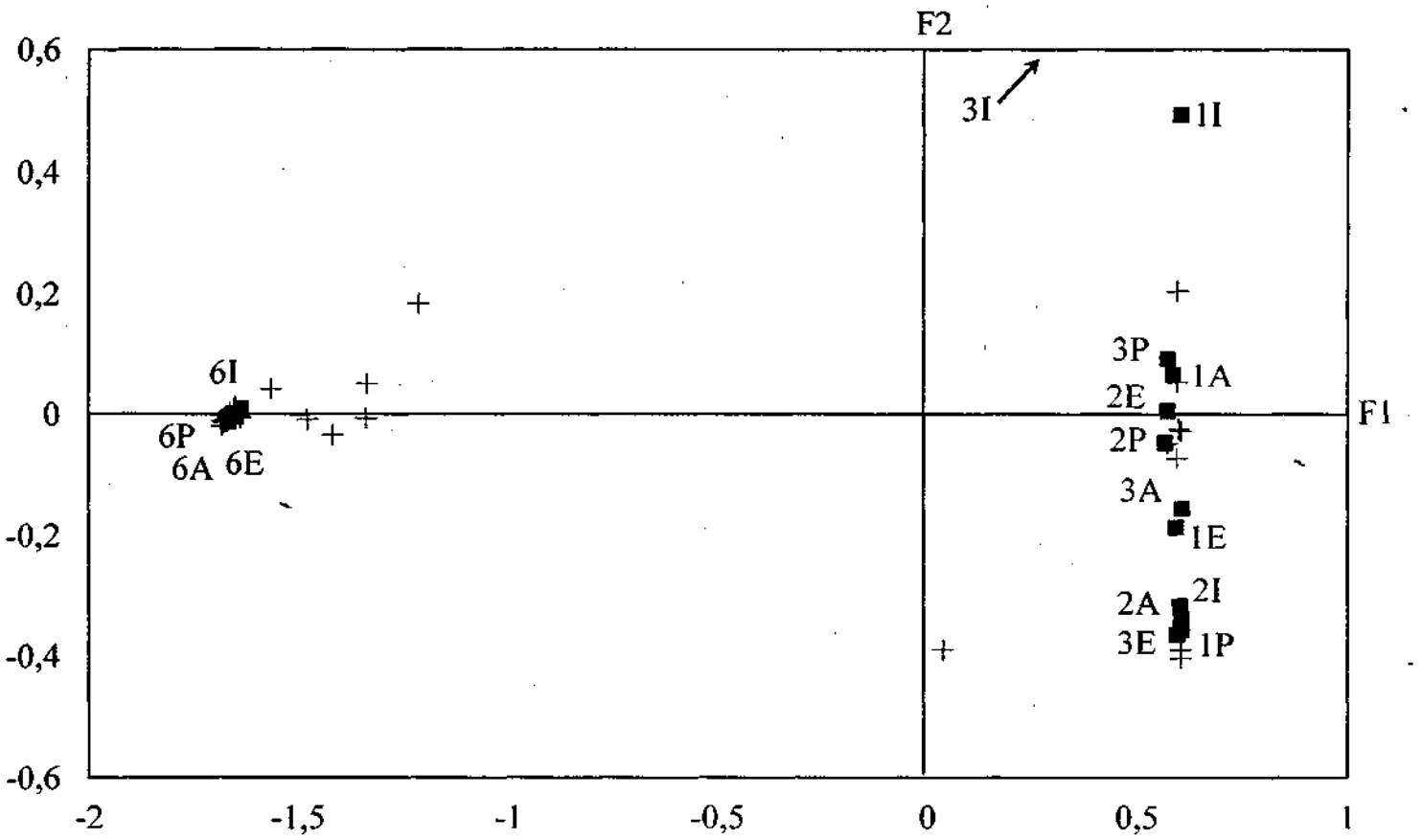


Fig. 2 - Analisi fattoriale delle corrispondenze dei campioni (■) e delle specie (+) dei fondi molli della vasca di fredda (stazioni 1-2-3) e dello Stagnone (stazione 6). P-E-A-I indicano le stagioni di campionamento. Le specie (+) non sono numerate.

Factorial analysis of correspondence of the soft substrata of the cooling vat (stations 1-2-3) and the Stagnone (station 6) (■). The letters P-E-A-I mean the seasons of sampling (P= spring; E= summer; A= autums; I= winter). The species (+) are not numbered.

2. la malacofauna del bacino della "fredda" è costituito da specie prettamente paraliche ed è isolata da quella dello Stagnone, con la quale ha in comune un numero estremamente basso di specie talassofile. Lo Stagnone, quindi, non rappresenta il "bacino-sorgente" che rifornisce.

Bibliografia

ARCIDIACONO A., DI GERONIMO S. (1976) - Studio biometrico di alcuni campioni di *Brachidontes variabilis* (Krauss). *Conchiglie*, Milano, **12** (3-4): 61-74.

BROCK T.D. (1979) - Ecology of saline lakes. In: *Strategy of microbial life in extreme environments* (M. Shilo ed.). Verlag Chemie Wienheim, New York: 30.

Il presente lavoro è stato svolto con il contributo M.U.R.S.T., 60%-1994.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 399-400

F. Goriup, F. Aleffi, G. Orel*

Laboratorio di Biologia Marina, Strada Costiera 336 - 34010 Trieste, Italia.
*Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, Italia.

ANALISI BIOMETRICHE DI *CORBULA GIBBA* (BIVALVIA, CORBULIDAE) NELLA BAIA DI MUGGIA, AREA PORTUALE DEL GOLFO DI TRIESTE

BIOMETRY OF *CORBULA GIBBA* (BIVALVIA, CORBULIDAE) IN THE BAY OF MUGGIA, HARBOUR AREA OF THE GULF OF TRIESTE

Abstract

Along a depth transect of a polluted area of the Gulf of Trieste, data of shell lenght and biomass of the bivalve Corbula gibba *(Olivi) have been analyzed. The analyses point out an increase in both biomass and mean shell lenght from the coastal, more polluted area, to the offshore area.*

Key-words: biometry, biomass, *Corbula gibba*, pollution.

Introduzione

La Baia di Muggia è un'area portuale del Golfo di Trieste soggetta ad azioni inquinanti dovute a scarichi urbani ed industriali (AA.VV., 1977). Precedenti studi sul bentos in corrispondenza ai tratti maggiormente interessati dagli scarichi, avevano messo in evidenza una particolare successione di popolamenti (Orel *et al.*, 1980), già osservata in altre aree portuali (Peres e Bellan, 1972). Rispetto a queste ultime tuttavia, la Baia di Muggia presentava alcune peculiarità, come l'assenza del popolamento paucispecifico a policheti (Peres e Bellan, cit.) e l'abbondanza del bivalve *Corbula gibba* (Olivi, 1792).

Durante i campionamenti, effettuati nel novembre 1994 lungo un transetto costa-largo già studiato nel 1975 e nel 1981, è stato osservato che *Corbula gibba* risultava nuovamente la specie più abbondante in tutte le stazioni esaminate.

Questa specie è considerata a larga ripartizione ecologica ed è favorita in zone di instabilità ambientale (Aleffi *et al.*, 1992), inoltre risulta particolarmente abbondante in vaste aree dell'Alto Adriatico (Orel *et al.*, 1987). Allo scopo di contribuire alla conoscenza dell'ecologia di una specie così diffusa si è voluto studiare l'andamento della lunghezza della conchiglia e della biomassa lungo il transetto considerato.

Materiali e metodi

Sono state considerate dodici stazioni situate a profondità comprese tra 9 e 20 m su sedimento pelitico-sabbioso presso la costa e pelitico più al largo. In ogni stazione sono state effettuate quattro repliche utilizzando una benna van Veen (0.1 mq) ed il materiale è stato setacciato su maglia di 1 mm di lato. Per ciascun individuo di *C. gibba* campionato, è stata misurata la lunghezza della conchiglia con un calibro a cursore, i valori sono stati approssimati al mm inferiore. La biomassa complessiva degli individui di *C. gibba* in ciascuna stazione è stata espressa come differenza tra il peso secco ed il peso delle ceneri.

Risultati e discussione

In generale, partendo dalla zona costiera, maggiormente interessata dagli scarichi, e spostandosi verso il largo, si rileva un aumento del numero di specie nella comunità bentonica (Tab. 1).

Tab. 1 - Numero di specie (S) della comunità bentonica. Abbondanza (N), lunghezza media della conchiglia (L) e deviazione standard, biomassa (B/N) di *Corbula gibba*.

Species number (S) of the benthic community. Abundance (N), mean shell lenght (L) and standard deviation, biomass (B/N) of *Corbula gibba*.

	S	N	L (mm)	dev.st.	B/N (mg)
St. 1	5	6	5.17	2.19	0.693
St. 2	10	78	6.91	1.78	1.036
St. D1	14	265	7.23	1.75	1.159
St. D2	7	191	8.28	1.27	1.586
St. A4	8	113	7.10	1.47	0.988
St. D3	7	161	7.30	1.53	1.101
St. A5	7	65	7.43	1.36	0.920
St. D4	14	102	7.05	1.64	1.049
St. A6	34	232	8.75	1.65	2.198
St. D14	34	243	9.24	1.49	2.829
St. P2	43	100	9.93	1.58	3.370
St. D17	34	157	10.52	1.38	3.909

Le analisi di taglia effettuate per *C. gibba* mettono in evidenza un aumento della biomassa e della lunghezza della conchiglia, procedendo dalla costa verso il largo. I coefficienti ottenuti per la correlazione della distanza dalla costa con biomassa e lunghezza media risultano infatti altamente significativi ($r = 0.91$ per $P< 0.001$ e 10 g.l., $r = 0.87$ per $P< 0.001$ e 10 g.l., rispettivamente). Si può osservare inoltre che mentre nelle otto stazioni più vicine alla costa le lunghezze medie oscillano tra 5.17 (±2.19) e 8.28 (±1.26)mm, le stazioni più al largo sono caratterizzate da valori compresi tra 8.75 (±1.65) e 10.52 (±1.37)mm, nettamente più elevati e simili a quelli misurati in popolazioni presenti nelle aree centrali del Golfo di Trieste, non soggette a fenomeni di inquinamento (Aleffi *et al.*, cit.). Una semplice ranghizzazione dei valori assunti da questo e dagli altri parametri considerati, numero di individui di *C. gibba* escluso, sembra indicare che per questa specie il limite di influenza negativa delle azioni edafiche, insite nel fattore inquinamento, si situi tra le st. D4 e A6, a circa 1400m dalla costa settentrionale della Baia.

Bibliografia

A.A.V.V. (1977) - La Baia di Muggia. Stato ed evoluzione dell'ambiente. Seminario ecologico. Università degli Studi di Trieste: 1- 155.

ALEFFI F., BRIZZI G., DEL PIERO D., GORIUP F., LANDRI P., OREL G., VIO E. (1992) - Prime osservazioni sull'accrescimento di *Corbula gibba* (Mollusca, Bivalvia) nel Golfo di Trieste (Nord Adriatico). *Biologia Marina, Supplemento al Notiziario S.I.B.M.*, **1**: 277-280.

OREL G., VIO E., MANIA' M., DEL PIERO D. (1980) - I popolamenti bentonici su due radiali della costa settentrionale della Baia di Muggia. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.*, N.S. Suppl. **10**: 241-254.

OREL G., MAROCCO R., VIO E., DEL PIERO D., DELLA SETA G. (1987) - Sedimenti e biocenosi bentoniche tra la foce del Po ed il Golfo si Trieste (Alto Adriatico). *Bull. Ecol.*, **18** (2): 229-241.

PERES J.M., BELLAN G. (1972) - Aperçu sur l'influence des pollutions sur les peuplements benthiques. In: M. Ruivo (ed.), *Marine Pollution and Sea Life*, Fishing News, W. Byfleet, Surrey: pp. 375.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 401-404

F. Lippi Boncambi, L. Nicoletti*, C. Chimenz**

Via dell'Acqua traversa 185 - 00135 Roma, Italia.
* Eureko S.c.r.l. - Roma, Italia.
** Dip. Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza" - Roma, Italia.

QUANTE SPECIE DI *HIPPOPODINELLA* BARROSO 1924 (BRYOZOA, CHEILOSTOMIDA) ESISTONO NEL MEDITERRANEO?

HOW MANY SPECIES OF *HIPPOPODINELLA* BARROSO 1924 (BRYOZOA, CHEILOSTOMIDA) OCCUR IN THE MEDITERRANEAN SEA?

Abstract

The genus Hippopodinella *(Bryozoa, Cheilostomida) is traditionally regarded as present in the Mediterranean Sea with 2 species:* H. lata *(Busk, 1856) and* H. kirchenpaueri *(Heller, 1867). After a survey over many sites of the Mediterranean sea, we share the opinion of Schmid (1991) that they are two forms of the same species, to be named* H. lata.

Key-words: Bryozoa, *Hippopodinella*, Mediterranean Sea, taxonomy.

Introduzione

In base ai dati riportati dagli autori che operano nel Mediterraneo, il genere *Hippopodinella* risulterebbe presente in questo mare con due specie: *H. lata* (Busk, 1856) e *H. kirchenpaueri* (Heller, 1867), la prima diffusa anche nell'Atlantico, la seconda endemica del Mediterraneo in senso stretto. Una terza specie, *H. strophiae* Canu e Bassler, 1930, registrata in Tunisia, non è stata in seguito più ritrovata. La situazione tassonomica del genere è piuttosto confusa: già Norman (1909) mette in sinonimia le due specie, ma successivamente Canu e Bassler (1930) sostengono che si tratta di due specie chiaramente separate e ne illustrano i caratteri distintivi. Tra gli autori più recenti, Hayward (1979), pur mantenendo le due specie separate, afferma che i caratteri che le distinguono non sono così netti come sostenevano gli autori precedenti; anche Zabala (1986), seguendo Gautier (1962), mantiene le due specie, pur affermando che le differenze morfologiche dipendono molto dal grado di calcificazione della colonia. Infine, Schmid (1991), in base al confronto della serie tipo di *H. kirchenpaueri* (Heller) con *H. lata* (Busk) raccolta ed identificata da Hayward (UWPI 2688), sostiene che le differenze sono imputabili al grado di calcificazione delle colonie e pertanto pone *H. kirchenpaueri* in sinonimia con *H. lata*. Gli autori successivi (Di Geronimo *et al.*, 1993; Balduzzi *et al.*, 1994) non sembrano però tenere conto delle osservazioni di Schmid (1991). Nell'intento di contribuire al chiarimento dello status tassonomico del genere *Hippopodinella* nel Mediterraneo, riportiamo alcune osservazioni sul materiale a nostra disposizione.

Materiali e metodi

Sono stati studiati campioni di *Hippopodinella* provenienti da diverse zone del Mar Mediterraneo: Isola di Alboran (Spagna), Spargi, Circeo, Ischia, Brindisi, Vulcano e Lampedusa (Italia), Datcha (Turchia). Tutte le colonie esaminate erano epizoiche

su conchiglie di Gasteropodi vivi o su conchiglie pagurate. Ogni campione è stato osservato, misurato e fotografato sia allo stereomicroscopio che al S.E.M. (previa disidratazione e metallizzazione con oro-palladio).

Dato che i caratteri morfologici distintivi utilizzati dai vari Autori sono piuttosto vaghi e talvolta discordanti, per effettuare un confronto abbiamo caratterizzato il nostro materiale in base alla posizione dell'apertura, principale carattere diagnostico sul quale concordano gli autori citati: a morfologia "*lata*", con apertura poco distale, e rispettivamente "*kirchenpaueri*", con apertura distale.

Risultati

Alcune piccole colonie con apertura di tipo "*kirchenpaueri*" sono state ritrovate a Spargi e Vulcano; una colonia di tipo "*lata*" è stata rinvenuta ad Ischia; altre colonie (provenienti da Spargi, Lampedusa e Datcha) presentano caratteristiche intermedie; in tutti gli altri campioni i due tipi morfologici, "*lata*" e "*kirchenpaueri*", sono riconoscibili nell'ambito della medesima colonia. Nel loro aspetto più caratteristico, gli zooidi attribuiti alle due diverse morfologie si differenziano, oltre che per la posizione dell'apertura, per l'aspetto degli umboni laterali, rotondeggianti in "*lata*", subtriangolari in "*kirchenpaueri*", e per la forma dello zooide, ovale e leggermente convesso in "*lata*", romboidale e piuttosto appiattito in "*kirchenpaueri*" (Fig. 1). Nell'ambito delle singole colonie in cui sono presenti le due morfologie, queste in genere assumono una distribuzione progressiva, con le porzioni più prossimali di tipo "*kirchenpaueri*" e quelle distali di tipo "*lata*" , separate tra loro da zooidi con caratteri intermedi. Per quanto riguarda altri caratteri morfologici e morfometrici, si rileva una grande variabilità (Tab. 1); le due entità non sembrano caratterizzate da dimensioni diverse, come riportano alcuni autori. Le ovicelle, da noi ritrovate soltanto negli zoidi "*lata*", presentano sempre scanalature radiali e umbone centrale più o meno sviluppato. Gli scleriti opercolari sono più o meno periferici nel tipo "*kirchenpaueri*" e non periferici nel tipo "*lata*".

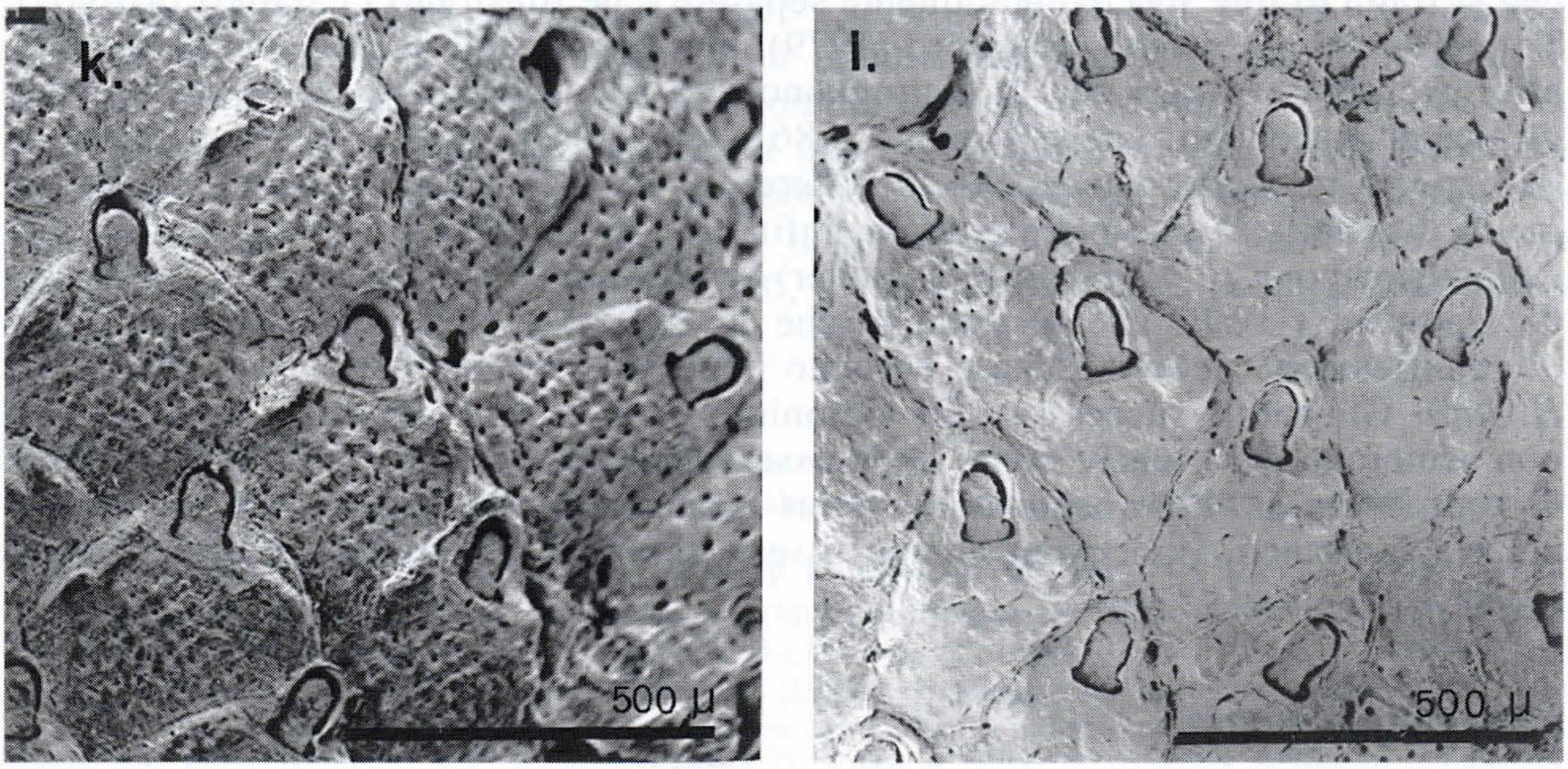


Fig. 1 - Presenza nella medesima colonia di zoidi a morfologia "kirchenpaueri" (k) e "lata" (1).

Presence in the same colony of zooids "lata" (1) and "kirchenpaueri" (k).

Tab 1. - Caratteri morfologici e morfometrici di *Hippopodinella lata* e *H. kirchenpaueri* riportati da diversi autori (dimensioni in mm).

Morphological and morphometric characters in *Hippopodinella lata* and *H. kirchenpaueri* (after different sources) (dimensions in mm).

		Canu & Bassler, 1930		**Gautier, 1962 Zabala, 1986**		**Hayward & Ryland, 1979**	**Questo lavoro**	
		H. lata	*H. kirchenpaueri*	*H. lata*	*H. kirchenpaueri*	*H. lata*	*H.* tipo *"lata"*	*H.* tipo *"kirchenpaueri"*
zoide	lung.	0.40-0.50	0.60-0.65	0.46-0.54	0.54-0.64	0.40-0.60	0.50-0.80	0.44-0.80
	larg.	0.30-0.35	0.30-0.40	0.30-0.36	0.30-0.42	0.30-0.50	0.35-0.68	0.34.-0.60
apertura	lung.	0.10-0.12	0.12	0.10-0.12	0.14-0.15		0.12-0.22	0.11-0.25
	larg.	0.08	0.08	0.07	0.08-0.09		0.09-0.16	0.09-0.13
ovicella	lung.			0.28-0.30	0.22-0.24		0.32-0.35	
	larg.			0.30-0.34	0.26-0.30		0.27-0.37	
forma zoide		ogivale	non ogivale	rombico corto	ellittico allungato	ovale, esagonale o irregolare	ellittico	romboidale
posizione apertura		poco distale	allungata e distale	poco distale vanna poco più larga della porta	molto distale a ferro di cavallo cardelli bassi, vanna corta porta grande	più lunga che larga	poco distale	distale
umboni		tuberosità lisce sul bordo prossimale dell'apertura		tuberosità laterali sporadiche, a volte numerose	2 tubercoli laterali	umboni rugosi laterali all'orifizio	umboni laterali rotondi + o - sviluppati, talvolta assenti	umboni laterali subtriangolari
ovicella		sporgente	costulata e bordata da pori areolati	granulosa iperstomiale	granulosa, + o - scanalata distalmente	spesso con 1 o più umboni	scanalata talvolta con umbone	assente
peristoma		liscio, intorno a tutta l'apertura		ispessito, inerme	assai sviluppato, inerme		ispessito, + o - noduloso distolateralmente	sottile, a volte con parte distale sporgente liscia o nodulosa
opercolo		con scleriti non periferici	con scleriti periferici	con scleriti non periferici	con forti scleriti periferici		con scleriti non periferici	con scleriti più o meno periferici

Conclusioni

La coesistenza delle due morfologie "*lata*" e "*kirchenpaueri*" nell'ambito della stessa colonia ci porta a condividere l'affermazione di Schmid (1991) che si tratti di un'unica specie. La grande variabilità osservata nell'ambito delle due morfologie (forma e dimensioni degli zooidi, sviluppo degli umboni e del peristoma) può essere dovuta a fattori microambientali (morfologia della conchiglia ospite) e/o stagionali (influsso della temperatura sul grado di calcificazione). Il ritrovamento di piccole colonie con soli zooidi "*kirchenpaueri*", o la posizione prossimale di tali zooidi nelle colonie in cui le due morfologie coesistono, potrebbero suggerire una variazione di tipo astogenetico. L'eventuale conferma di tali ipotesi richiederebbe uno studio della biologia e dell'ecologia del genere *Hippopodinella*, nonché l'osservazione di un maggior numero di campioni in perfette condizioni. Le considerazioni qui esposte potrebbero comunque spiegare le discordanze tra i vari autori citati nell'introduzione.

Resta da definire l'identità tassonomica di *H. strophiae*, che richiederebbe l'esame dell'entità sommariamente descritta da Canu e Bassler (1930).

Bibliografia

BALDUZZI A., CASTELLANO L., LUCHETTI G. (1994) - Evoluzione del popolamento a Briozoi nella barriera artificiale di Loano (Liguria occidentale) nell'arco di due anni. *Biol. Mar. Med.*, **1** (1): 255-261.

CANU F., BASSLER R. S. (1930) - Bryozoaires marins de Tunisie. *Ann. St. Océan. Salammbò*, **5**: 1-95.

DI GERONIMO I., LA PERNA R., ROSSO A., SANFILIPPO R. (1993) - Popolamento e tanatocenosi bentonica della grotta dell'Accademia (Ustica, Mar Tirreno meridionale). *Nat. Sicil.*, S. IV, **17** (1-2): 45-63.

GAUTIER Y. V. (1962) - Recherches écologiques sur les Bryozoaires Cheilostomes en Méditerranée occidentale. *Rec. Trav. St. Mar. Endoumé*, **24** (38): 1-434.

HAYWARD P. J., RYLAND J. S. (1979) - British Ascophoran Bryozoans. *Linn. Soc. Synopses of the British Fauna*, **14:** 1-312.

NORMAN A. M. (1909) - The Polyzoa of Madeira and neighbouring Islands. *J. Linn. Soc. (Zool.)*, London, **30**: 275-314, pls. 33-42.

SCHMID B. M. (1991) - Recent Bryozoan species from the Miocene of Nussdorf (Vienna) and their use for ecological interpretation. *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr. , Mém.* HS 1 Nantes (France): 399-408.

ZABALA M. (1986) - Fauna dels briozous dels paisos catalans. *Inst. Estudios Catalans*, Barcelona: 833 pp.

ZABALA M., MALUQUER P. (1988) - Illustrated keys for the classification of Mediterranean Bryozoa. *Treb. Mus. Zool. Barcelona*, **4**: 294 pp.

Ricerca in parte effettuata con fondi MURST 60%

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 405-406

G. Lorenzini, E. Orlando

Dipartimento di Biomedicina Sperimentale, Infettiva e Pubblica, Università di Pisa,
Via A. Volta, 4 - 56100 Pisa, Italia.

OSSERVAZIONI SUL COMPORTAMENTO ALIMENTARE DI *HEXAPLEX TRUNCULUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, MURICIDAE)

OBSERVATION ON FEEDING BEHAVIOUR IN *HEXAPLEX TRUNCULUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, MURICIDAE)

Abstract

Observation on feeding behaviour in Hexaplex trunculus *(Mollusca, Gastropoda, Muricidae) are reported. Two predatory modalities on mollusc bivalves (mussels) are documented: the mechanical and the chemical one, used according to the size of the animal and to the ABO (accessory boring organ) development.*

Key-words: *Hexaplex trunculus*, molluscs, mechanical and chemical predation.

Introduzione

Il presente lavoro deriva da osservazioni sperimentali compiute su esemplari di *Hexaplex trunculus* (Mollusca, Gatropoda, Muricidae) durante la nutrizione. L'attenzione è riservata alle due possibili modalità di assunzione del cibo: apertura delle valve della preda, ottenuta per via meccanica mediante l'uso del piede e del margine dentellato della conchiglia; oppure, ricorso all'azione chimica, con l'intervento dell'organo perforatore accessorio: ABO (accessory boring organ), situato nella suola del piede, dopo che l'animale ha delimitato con la radula l'area da perforare sul guscio della preda. L'argomento presenta un'ampia variabilità nel confronto tra specie di predatori dello stesso gruppo, ed anche in quello da noi preso in esame restano dettagli da chiarire (Carriker e Williams, 1978; Carriker, 1981).

Materiali e metodi

In un primo esperimento sono stati utilizzati 50 esemplari di *Hexaplex trunculus* di taglia omogenea, compresa tra 5,5 e 6,5 cm di lunghezza, raccolti in primavera lungo il litorale livornese su fondo prevalentemente roccioso, fino a 3 metri di profondità. In laboratorio gli individui sono stati immessi in una vasca della capacità di 100 l, in acqua di mare corrente, ed ivi allevati per alcuni mesi. Successivamente si sono impiegati altri 50 esemplari divisi in due classi di taglia; una di 25 animali che misuravano da 2,5 a 4,5 cm di lunghezza, l'altra dei restanti animali lunghi da 5 a 6,5 cm. Essi sono stati collocati in una vasca della capacità di 100 l con acqua di mare corrente, e suddivisa con delle reticelle in un sistema di comparti, ciascuno dei quali conteneva un predatore ed una preda. Tutti gli *Hexaplex* sono stati alimentati con mitili *(Mytilus galloprovincialis)*. Agli animali di taglia maggiore sono stati somministrati mitili di lunghezza compresa tra 5 e 7 cm, agli altri sono stati offerti mitili di taglia minore. Nel corso dell'esperimento ogni *Hexaplex* è stato alimentato con un mitilo ad intervalli di 15 giorni. Al termine di ciascun

periodo, sono state prelevate le valve dei mitili al fine di verificarne lo stato di conservazione.

Risultati e discussione

Tutti i bivalvi, eccetto tre, raccolti dalla vasca degli *Hexaplex* di taglia minore, risultavano perforati in un'area del guscio e quindi predati mediante azione chimica. Invece si è potuto osservare che le valve deli esemplari prelevati dalla vasca degli *Hexaplex* più grandi, eccetto due, sono stati aperti tramite azione meccanica, rilevata dal tipico sgretolamento dei bordi delle due valve stesse.

I dati ricavati dall'esame complessivo delle valve dei mitili (si tratta di un esperimento ripetuto due volte con esito concordante) inducono a ritenere che gli *Hexaplex* più piccoli e giovani aggrediscono le loro prede utilizzando prevalentemente l'azione chimica, mentre gli esemplari più grandi ricorrono soprattutto ad una aggressione di natura meccanica. Questa diversità di comportamento può essere giustificata dal fatto che lo sviluppo dell'ABO è relativamente più grande nei giovani rispetto agli adulti, come già riscontrato in un altro Muricidae, *Stramonita haemastoma* (Gunter, 1968, 1979). Ciò può essere espressione di una tendenza evolutiva che in *Hexaplex* conduce ad un minor ricorso all'utilizzo dell'ABO negli adulti, in possesso ormai di una efficace prestazione da parte dei muscoli del piede e al definitivo sviluppo e funzione della radula e del bordo della conchiglia.

Tuttavia, le sporadiche eccezioni rinvenute suggeriscono che sia i giovani che gli adulti conservano in ogni caso la capacità di impiegare l'azione meccanica e chimica, rispettivamente, facendo ricorso ad ogni possibilità che garantisca loro il successo alimentare.

Bibliografia

CARRIKER M.R. (1981) - Shell penetration and feeding by naticacean and muricacean predatory gastropods : a syntesis. *Malacologia*, **20**: 403-422.

CARRIKER M.R., WILLIAMS L.G. (1978) - The chemical mechanism of shell dissolution by predatory boring gastropods; a review and an hypothesis. *Malacologia,* **17**: 143-156.

GUNTER G. (1968) - Some factors concerning the drilling apparatus and feeding and predation of prosobranchiate gastropods expecially on other molluscs. Proceedings of Symposium on Mollusca. Marine Biological Association, India Bangalore: 370-378.

GUNTER G. (1979) - Studies of the southern oyster borer, *Thais haemastoma. Gulf Research Reports,* **6**: 249-260.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 407-409

M. Mercurio, G. Corriero, L. Scalera Liaci

Dipartimento di Zoologia dell'Università di Bari,
Via Orabona 4, - 70126 Bari, Italia.

SULLA FORMA NON SESSILE DI *GEODIA CYDONIUM* JAMESON IN UN AMBIENTE SUPERFICIALE

FREE-LIVING SPECIMENS OF *GEODIA CYDONIUM* JAMESON FROM A SHALLOW ENVIRONMENT

Abstract

The morphological features of free-living specimens of Geodia cydonium *(Porifera, Demospongiae) are here described. Their origin and possible role in the colonization of the environment are also discussed.*

Key-words: Free-living sponges, Marsala Lagoon, Tyrrhenian Sea.

Introduzione

I Poriferi, allo stadio adulto, sono quasi esclusivamente organismi bentonici sessili. La funzione adesiva, su substrati solidi, è svolta da una porzione del pinacoderma, mentre su substrati incoerenti, le strutture di ancoraggio sono generalmente costituite da fasci spicolari che penetrano per qualche centimetro nel sedimento.

In ambienti profondi, grazie al moderato idrodinamismo, alcune specie di spugne, prive di peduncoli e di strutture adesive, sono in grado di condurre una vita non sessile (Burton, 1932).

In ambienti superficiali invece, a causa del maggiore idrodinamismo, i rinvenimenti di spugne non fissate al substrato sono estremamente rari (Corriero, 1990; Fanelli, 1995).

In questa nota si descrive la forma libera di *Geodia cydonium* rinvenuta presso lo Stagnone di Marsala.

Materiali e metodi

Lo Stagnone di Marsala (Sicilia Nord-Occidentale) è una vasta laguna caratterizzata da una ricca e diversificata fauna a Poriferi (Corriero, 1987). *G. cydonium* vive, in forma sessile, prevalentemente sui rizomi di *Posidonia oceanica*; esemplari non sessili sono invece localizzati in ampie depressioni della laguna, ad una profondità di circa 2 metri, su substrati incoerenti (Corriero, 1987). In ognuno dei due habitat è stata fissata una stazione di campionamento di 100 m^2 di superficie. Tutti gli esemplari rinvenuti sono stati contati e prelevati per la stima, in laboratorio, del volume, della superficie e dei principali caratteri scheletrici (percentuale di silice, misure spicolari).

Risultati

Gli esemplari sessili di *G. cydonium* mostrano prevalentemente forma massiva

irregolare; gli esemplari non sessili presentano invece una peculiare forma sferica o subsferica e risultano spesso ricoperti da *Rytyphlöea tinctoria*, una Rhodophycea il cui tallo penetra per alcuni millimetri nel cortex della spugna (Fig. 1).

I valori di densità ed i parametri morfologici relativi alle due forme sono riportati in Tab. 1.

Gli esemplari sessili sono più numerosi e di dimensioni maggiori rispetto a quelli non sessili.

Tab. 1 - *G. cydonium*: principali caratteristiche delle due forme nello Stagnone di Marsala.
G. cydonium: the main characteristics of the two forms in the Marsala Lagoon.

	ESEMPLARI SESSILI	ESEMPLARI NON SESSILI
Densità (es./m^2)	2,5	0,8
Volume (val. medio in ml)	562,55±1103,27	102,95±97,53
Superficie (val. medio in mm^2)	48243,33±60269,2	14455,47±8999,56
Contenuto in silice (% del peso secco)	cortex=68,30±12,04 coanos.=58,69±7,8	cortex=56,19±11,84 coanos.=54,0±10,57
Sterraster (cortex) (diam. medio in μ m)	40,11±3,96	37,45±4,48
Oxiaster (coanosoma) (diam. medio in μ m)	21,0±5,17	19,5±4,7

Sia i principali caratteri spicolari che il contenuto di silice coanosomale e corticale delle due forme, non mostrano invece differenze significative.

Discussione

Le osservazioni riportate indicano che la presenza di esemplari non sessili di *G. cydonium* nello Stagnone di Marsala non può essere ritenuta un fenomeno marginale ma un evento che coinvolge una parte cospicua della popolazione. Grazie alle moderate condizioni idrodinamiche che caratterizzano l'ambiente, tali forme libere possono sopravvivere adagiate sul substrato incoerente della laguna. È ipotizzabile che gli esemplari non sessili siano il risultato di processi riproduttivi di tipo asessuale (gemmazione e/o frammentazione) o derivino da fenomeni di distacco dal substrato di esemplari sessili; la prima delle due ipotesi troverebbe riscontro nelle minori dimensioni degli esemplari non sessili e nella loro forma sferica relativamente costante.

Forme libere adagiate sul fondale dello Stagnone di Marsala sono state sporadicamente osservate anche in altre demosponge come *Tethya aurantium, Pellina semitubulosa, Spongia officinalis* ed *Ircinia variabilis* (Corriero, 1990); tale presenza sembrerebbe dunque supportare un possibile ruolo delle forme non sessili nella colonizzazione di questo particolare habitat.

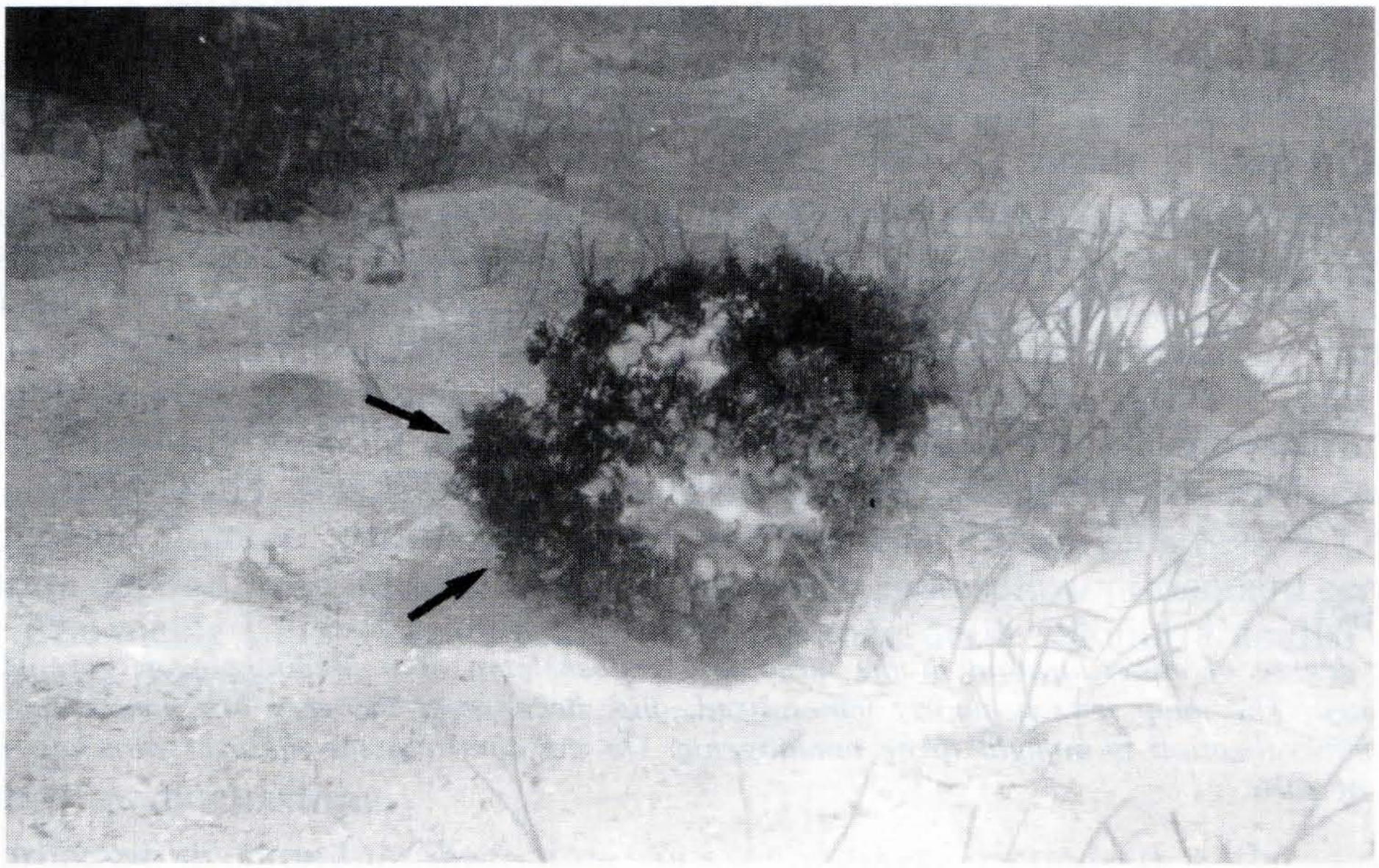


Fig. 1 - Esemplare non sessile di *G. cydonium* ricoperto da uno strato di *Rytyphlöea tinctoria* (frecce).

Free-living specimen of *G. cydonium* covered by several thally of *Rytyplhöea tinctoria* (arrows).

Bibliografia

BURTON M. (1932) - Sponges. *Discovery reports*, **6**: 237-392.

CORRIERO G. (1987) - The sponge fauna from the Stagnone di Marsala (Sicily): taxonomic and ecological observations. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **53**: 101-113.

CORRIERO G. (1990) - Distribuzione ed ecologia dei Poriferi in ambienti "confinati" mediterranei. *Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali (Scienze del Mare), Università degli Studi di Genova*: 118 pp.

FANELLI G. (1995) - Sviluppo di biocenosi di substrato duro in ambienti marini fortemente stressati. *Tesi di Dottorato di Ricerca in Ecologia Fondamentale, Università degli Studi di Lecce*: 150 pp.

Lavoro eseguito con contributi M.U.R.S.T. 40% e 60%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 410-412

M. MISTRI

Dipartimento di Biologia, Sezione di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,
Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DI *PARAMURICEA CLAVATA* (CNIDARIA, OCTOCORALLIA): CONTENUTO IN CA E MG DEL MESO E DELL'ENDOSCHELETRO

MESO AND ENDOSKELETAL CA AND MG CONTENT IN THE MEDITERRANEAN GORGONIAN *PARAMURICEA CLAVATA*

Abstract

The degree of mineralization of the meso and endoskeleton of a Mediterranean gorgonian was investigated. The inner axis is poorly mineralized, and, because of the very low content of Ca and Mg, biomineralization is thought to be nonbiogenic. On the contrary, the mesoskeleton has a higher content of salts.

Key-words: biomineralization, gorgonians.

Introduzione

I Gorgonacei sono organismi coloniali a tipico portamento arborescente, la cui struttura generale probabilmente rappresenta il miglior compromesso tra la necessità di massimizzare l'estensione superficiale della colonia per effettuare al meglio gli scambi metabolici, e ridurre le éccessive sollecitazioni idrodinamiche sulla colonia stessa. Nel Mediterraneo occidentale e nel Mare Adriatico, i Gorgonacei colonizzano caratteristici orizzonti nei piani infra e circalitorale. Giacchè l'intervallo batimetrico entro cui li si incontra è compreso tra 0 ed oltre 100 m di profondità, le condizioni idrodinamiche a cui questi organismi sono soggetti sono estremamente varie. Delle 6 specie mediterranee più comuni, ciascuna si distingue per la specificità delle condizioni microambientali necessarie affinchè la colonia possa insediarsi e competere con successo all'interno della propria, caratteristica comunità bentonica.

Presso la secca della "Montagna" (Scilla, Reggio Calabria), alla soglia settentrionale dello Stretto di Messina, vive una rigogliosa popolazione di *Paramuricea clavata* (Risso, 1826). Essendo la secca direttamente investita dalle correnti di marea che si riversano ogni sei ore nello Stretto, le condizioni idrodinamiche a cui la popolazione di gorgonie è soggetta sono estremamente variabili: in funzione del periodo e della fase lunare, l'intensità di corrente può variare da 0,01-0,02 a 2-3 m/sec. In queste particolari condizioni ambientali, la colonia di *P. clavata* deve esibire particolari caratteristiche di flessibilità e di resistività rispetto ad una sollecitazione applicata unidirezionalmente. *P. clavata*, così come gli altri Gorgonacei, possiede una sorta di doppio scheletro: un endoscheletro costituito da un asse interno, ed un mesoscheletro costituito da spicole di natura inorganica "immerso" nella mesoglea del tessuto cenenchimale. In questa nota viene valutato il contenuto in Ca e Mg dell'endo e del mesoscheletro della gorgonia, allo scopo di fornire una valutazione preliminare delle caratteristiche strutturali meccaniche della colonia.

Materiali e metodi

Colonie di *Paramuricea clavata* sono state raccolte e suddivise in tre zone: apicale (le parti più distali di ciascun ramo fino ad una lunghezza massima di 5 cm), laterale (le ramificazioni private degli apici) e centrale (l'asse principale dalla base a circa i 2/3 dell'altezza complessiva della colonia). Lo scheletro assile e il cortex di ciascuna zona sono stati separati, omogeneizzati con un mortaio, riuniti con i corrispondenti omogenati delle altre colonie, e portati a peso costante in stufa a ventilazione forzata per 2 giorni a 80°C. Aliquote di ciascun campione sono quindi state disgregate in fornetto a microonde CEM MDS 2100, previo attacco acido con miscela costituita da acido cloridrico e acido nitrico (3:2/v:v). La quantificazione di Ca e Mg è stata eseguita mediante spettrofotometria in assorbimento atomico, utilizzando uno spettrofotometro Perkin-Elmer 3030. Le curve di taratura dei due elementi sono state ottenute utilizzando soluzioni standard certificate (BDH Chemicals LTD). Per ciascuna delle tre zone della colonia, l'analisi è stata eseguita in doppio.

Risultati e discussione

I processi di biomineralizzazione possono essere ricondotti a due tipologie principali: biogenici, nel qual caso il processo di precipitazione dei sali minerali è controllato da un sistema biologico (proteine extracellulari e polisaccaridi), e non biogenici, cioè indotti, ma non controllati, biologicamente. In Tab. 1 vengono

Tab. 1 - Contenuto in Ca e Mg (% peso secco ± d. s.) dell'endo e del mesoscheletro di *Paramuricea clavata*.

Skeletal Ca and Mg content (% dry weight ± s. d.) in *Paramuricea clavata*.

		ENDOSCHELETRO	MESOSCHELETRO
AREA APICALE	Ca	0,45 ± 0,19	18,0 ± 0,42
	Mg	0,21 ± 0,09	1,74 ± 0,08
AREA LATERALE	Ca	0,19 ± 0,02	20,9 ± 2,05
	Mg	0,11 ± 0,03	1,86 ± 0,04
AREA CENTRALE	Ca	0,27 ± 0,05	22,0 ± 0,62
	Mg	0,24 ± 0,03	2,0 ± 0,15

riportati i risultati analitici relativi alle 3 zone considerate dell'endo e del mesoscheletro di *Paramuricea clavata*. *P. clavata* ha un endoscheletro poco mineralizzato (Ca+Mg <1% del peso secco), con un rapporto Mg/Ca relativamente alto nelle tre zone considerate. Nel mesoscheletro, invece, il contenuto in Ca e Mg è decisamente più elevato (Ca+Mg = 19-24% del peso secco), con un gradiente crescente dagli apici alla base della colonia, ed un bassissimo rapporto Mg/Ca. Mentre è noto che nel mesoscheletro dei Gorgonacei il processo di biomineralizzazione è di tipo biogenico (Koehl, 1982), il basso contenuto inorganico dell'endoscheletro di *P. clavata* porta a ritenere che il processo di biomineralizzazione di quest'ultimo sia di tipo indotto (Esford e Lewis, 1990). Le caratteristiche strutturali meccaniche della colonia sono date principalmente dall'endoscheletro scarsamente mineralizzato che, in condizioni di forti sollecitazioni unidirezionali, permette alla colonia di

flettere senza spezzarsi. Il mesoscheletro ha invece la funzione di "rinforzare" la colonia particolarmente alla base, mediante la moderata deposizione di sali minerali, contemporaneamente minimizzandone il rischio di rottura in caso di forti sollecitazioni.

Bibliografia

ESFORD L.E., LEWIS J.C. (1990) - Stiffness of Caribbean gorgonians (Coelenterata, Octocorallia) and Ca/Mg content of their axes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **67**: 189-200.

KOEHL M.A.R. (1982) - Mechanical design in spicule reinforced connective tissues: stiffness. *J. Exp. Biol.*, **98**: 171-180.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 413-416

P. Panetta, A. Matarrese, P. Maiorano

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

DISTRIBUZIONE DEI MOLLUSCHI NEI LAGHI ALIMINI

MOLLUSCS DISTRIBUTION FROM THE ALIMINI LAKES

Abstract

Benthic Mollusca were collected during 2 surveys carried out in the Alimini Lakes. Coefficient of costancy and abundance were calculated. Loripes lacteus *and* Mytilus galloprovincialis *showed the highest costancy and abundance values. Shannon index of diversity and cluster analysis were performed. An homogeneous population of Mollusca evenly distributed on whole area was found.*

Key-word: Mollusca, Distribution, Adriatic Sea, coastal lake, lagoon.

Introduzione

I Laghi Alimini sono due bacini d'acqua localizzati nella penisola salentina a circa 40 km a sud di Lecce ed a 7 km a nord di Otranto, in prossimità della costa adriatica.

Tali bacini a tutt'oggi non sono stati accuratamente studiati, i soli dati disponibili sono riportati nei lavori di Marano *et al.* (1974) e Tursi (1989). Maggiori dati si riscontrano su altre lagune costiere adriatiche così come riportato da Bianchi (1988).

I due laghi denominati rispettivamente Alimini Grande ed Alimini Piccolo comunicano tra loro mediante un canale denominato "lo Strittu". Dei due laghi solo Alimini Grande, usufruendo dello scambio con il mare, presenta caratteristiche marine e pertanto il campionamento mirato allo studio della malacofauna é stato limitato soltanto a quest'ultimo (Marano *et al.*, 1974).

Sono state pertanto condotte nel 1986 due campagne sperimentali di campionamento, rispettivamente in Agosto e Novembre. In questa nota si riporta la distribuzione della malacofauna ivi presente.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati con una benna automatica in acciaio di 20X20X20 cm.

Il piano sperimentale adottato ha previsto una suddivisione del bacino con una maglia quadrata di 200 m di lato, ottenendo in totale 31 aree di campionamento. In ogni quadrato s'è proceduto a prelevare in maniera del tutto random 6 campioni di sedimento per un totale di 186 campioni. I campioni prelevati, trasportati in laboratorio sono stati sottoposti a cernita e successiva identificazione degli esemplari vivi rinvenuti.

I dati ottenuti sono stati caricati ed elaborati su computer. Sono stati quindi calcolati l'indice di abbondanza delle specie (N/m^2), il valore percentuale di costanza (Daget, 1979), l'indice di diversità di Shannon (H') e l'evenness (E). Inoltre é stato utilizzato l'indice di Pearson (Dajoz, 1972) per descrivere la struttura della comunità dei Molluschi.

Risultati

L'analisi dei campioni di sedimento prelevati nel bacino di Alimini grande, ha evidenziato la presenza di 15 specie (9 Gasteropodi e 6 Bivalvi) nella campagna di Agosto e 23 specie in quella di Novembre (15 Gasteropodi, 7 Bivalvi ed 1 Poliplacoforo). Dal calcolo del valore percentuale di costanza si desume che *Loripes lacteus* e *Mytilus galloprovincialis* sono diffuse in tutte le stazioni, mentre *Bittium reticulatum*, *Cyclope neritea*, *Cerithium rupestre*, *Gibbula adansoni*, *Paphia aurea* e *Abra ovata* sono diffuse nel 50% di esse. L'indice di abbondanza mostra che solo le due specie più costanti, *Loripes lacteus* e *Mytilus galloprovincialis* sono presenti con un maggior numero d'individui (Tab. 1). Infatti, dal calcolo della percentuale cumulata, nella campagna di Agosto *Loripes lacteus* e *Mytilus galloprovincialis* rappresentano l'89,29% del numero totale, mentre nella campagna di Novembre tale valore é di 83,24%. Le specie molto abbondanti risultano essere

Tab. 1 - Indice di abbondanza (N/m^2) e indice percentuale di costanza (C: numero di presenze /numero di campioni) delle varie specie della malacofauna rinvenute nel lago Alimini Grande.

Abundance index (N/m^2) and constancy percentage index (C: number of individuals/number of samples) of different species of molluscs collected in the Great Alimini Lake.

Specie	Agosto		Novembre	
	(N/m^2)	C	(N/m^2)	C
Loripes lacteus (L.)	1040	97	7577	100
Mytilus galloprovincialis Lam.	360	74	7548	100
Bittium reticulatum (Da Costa)	12	29	1806	97
Cyclope neritea (L.)	42	52	277	88
Paphia aurea (Gmel)	16	29	196	86
Cerithium rupestre Risso	14	26	380	78
Abra ovata (Phil.)	61	52	105	72
Gibbula adansoni (Payr.)	7	12	81	63
Nassarius corniculus (Olivi)	1	32	38	42
Haminoea navicula (Da Costa)	1	3	62	44
Cerastoderma glaucum (Poiret)		13	21	33
Nassarius cuvierii (Payr.)	1	32	-	-
Phyllonotus trunculus (L.)	-	-	11	22
Turboella lineolata (Mich.)	-	-	27	19
Hydrobia stagnalis (Baster)	9	13	5	14
Hinia reticulata (L.)	-	-	6	13
Clanculus jussieui (Payr.)	-	-	4	11
Cerithium vulgatum (Brug.)	-	-	6	11
Gibbula ardens (Von Salis)	-	-	1	3
Turboella radiata (Phil.)	2	-	2	3
Lepidochitona cinerea (L.)	-	-	1	3
Spisula subtruncata (Da Costa)	1	3	-	-
Parvicardium exiguum (Gmel.)	1	3	-	-
Chamelea gallina (L.)	-	-	14	3
Tellina distorta Poli	-	-	1	3
Mangelia vauquelini (Payr.)	-	-	1	1

in numero ridotto. L'indice di diversità é risultato maggiore nella campagna di Novembre rispetto a quella di Agosto. Inoltre s'è notata una diminuizione di diversità passando dalle stazioni prossime alla foce, laddove la salinità, la temperatura ed il carico trofico si rinvengono con valori quasi simili a quelli delle acque marine costiere vicine, fino a quelle più interne, caratterizzate da acque più calme a salinità variabile e con un maggiore carico trofico. Questi dati indicano che le specie bentoniche presenti nel lago Alimini Grande subiscono variazioni stagionali nella loro struttura, sopportando dei veri periodi di stress in concomitanza col periodo estivo.

Inoltre è stata calcolata la matrice di correlazione relativa alle 34 stazioni della campagna di Novembre, utilizzando l'indice di Pearson (Dajoz, 1972). Il dendrogramma costruito mostra che le 34 stazioni sono raggruppate uniformemente. Se ne desume che la comunità a Molluschi sembra diffusa in modo omogeneo ed uniforme nell'ambito del lago Alimini Grande.

Conclusioni

Nel lago Alimini Grande si rinviene una comunità omogenea, caratterizzata prevalentemente da *Loripes lacteus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Abra ovata*, *Bittium*

Tab. 2 - Valori degli indici di Shannon (H') e di evenness (E) lungo due transetti disposti ortogonalmente al Lago di Alimini Grande.

Index of Shannon (H') and of evenness (E) obtained along two transepts orthogonal to the Great Alimini Lake.

Stazione	Indice di Shannon		Evenness	
	Agosto	Novembre	Agosto	Novembre
1043	0,92	2,44	0,08	0,7
1042	1,79	3	0,32	1
1041	1,12	2,1	0,2	0,7
1040	1,1	1,61	0,26	0,52
1039	0,92	1,12	0,08	0,24
1073	0,55	1,16	0,11	0,3
1072	1,3	1,16	0,3	0,37
933	0	0	0	0
968	0	1,56	0	0,47
1003	1,01	1,63	0,21	0,49
1039	0,92	1,12	0,08	0,24
1074	0	1,21	0	0,35
1109	0	1,67	0	0,5
1144	0,37	0,86	0,03	0,22
1178	0,95	1,32	0,2	0,38
1214	0,95	1,46	0,2	0,4
1248	0	0	0	0
1285	2,49	1,89	0,68	0,51
1320	1,56	1,71	0,33	0,54
1355	1,63	1,65	0,38	0,47
1390	1,07	1,48	0,19	0,4

reticulatum, Cerithium rupestre. L'analisi dei dati mostra che le specie bentoniche di Molluschi sono sotto la stretta influenza dei fattori fisico-chimici (temperatura e salinità soprattutto) (Tursi, 1989), che ne regolano il numero e la diversità.

Bibliografia

BIANCHI C.N. (1988) - Tipologia ecologica delle lagune costiere italiane. Eds. Carrada G.C., Cicogna F., Fresi E., In: *Le lagune costiere: Ricerca e gestione:* 57-66.

DAGET J. (1979) - *Les modèles mathematiques en écologie.* Ed. Masson Paris: 172 pp.

DAJOZ R. (1972) - *Manuale di Ecologia,* Ed. Piccin.

MARANO G., VACCARELLA L., CASAVOLA N. (1974) - Note idrobiologiche sui Laghi Alimini. Atti IV Simp. Naz. Conserv. *Natura,* **1**: 427-450.

TURSI A. (1989) - Caratteristiche ecologiche dei Laghi Alimini. *Nova Thalassia,* **10**: 53-73.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 417-419

R. Perdicaro, I. Cignini, G.A. Mulas

Laboratorio Centrale di Idrobiologia, Via del Caravaggio, 107 - 00147 Roma, Italia.

CONTENUTI DI ALCUNI METALLI PESANTI IN *PECTEN JACOBAEUS* L. (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN DIVERSE AREE DELL'ALTO ADRIATICO

CONTENTS OF SOME HEAVY METALS IN THE BIVALVE *PECTEN JACOBAEUS* L. COLLECTED IN DIFFERENT AREAS OF THE NORTH ADRIATIC SEA

Abstract

Pb, Cd, Cu, Cr, Zn and Ni have been analysed in specimens of the bivalve Pecten jacobaeus *L. (Pectinidae) collected in two areas of the Adriatic Sea. In the samples drawn from the area where the industrial waste was discharged, a higher concentration of heavy metals compared to that recorded in the samples drawn from the reference area, has been observed.*

Key-words: heavy metals, *Pecten jacobaeus*, Adriatic Sea.

Introduzione

Si sono raccolti campioni di *Pecten jacobaeus* L. (Mollusca, Bivalvia) in due aree dell'Alto Adriatico di cui una era stata sottoposta in passato allo scarico dei fanghi di rifiuto industriali di Porto Marghera ed era da poco interessata dallo scarico dei fanghi di dragaggio della laguna di Venezia, mentre l'altra è un'area di confronto limitrofa.

Lo scopo che ci si proponeva era di cercare di valutare gli effetti di tali effluenti sulla fauna marina ed in particolar modo su una specie di bivalvi, appartenenti alla famiglia Pectinidae, spesso destinati al consumo alimentare.

Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti nell'Ottobre 1991 in 4 cale ubicate nell'area di scarico (S1, S2, S4 e S5) e in due cale (B1 e B2) situate nell'area di confronto. In ciascuna cala si sono raccolti 5-6 esemplari ed in ciascuno di essi si è analizzato separatamente il muscolo adduttore dal resto delle parti molli, nell'ipotesi che il primo dato fornisca una misura integrata del bioaccumulo, mentre il secondo una misura più attuale, per l'influenza del contenuto dell'apparato digerente. Gli organismi, dopo la cattura, sono stati congelati.

Prima della fase analitica e dopo scongelamento sono stati rilevati, in ciascun esemplare, il peso totale (valve più parti molli), quello del muscolo adduttore e del resto delle parti molli. Il peso delle valve è stato ottenuto per differenza. Successivamente i campioni sono stati sottoposti a digestione umida con HCl e HNO3 nel rapporto 2:1 in contenitori di teflon chiusi ermeticamente e riscaldati in stufa a circa 90°C per 4 ore.

I metalli presi in esame sono: Pb, Cd, Zn, Cu, Cr e Ni, e sono stati dosati mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico con fornetto di grafite con il metodo delle aggiunte standard.

Risultati

Nella tabella 1 sono indicati, per ciascuna delle sei stazioni di campionamento, le medie ponderali dei parametri biometrici presi in esame, le relative percentuali e le deviazioni standard. Gli esemplari del gruppo S1 non sono stati presi in esame a causa della presenza di fango all'interno delle valve. I contenuti metallici delle parti molli "in toto" sono stati calcolati come media ponderata dei dati noti (contenuto del muscolo adduttore e resto delle parti molli). Non è stata rilevata alcuna correlazione tra dati biometrici e contenuti metallici.

Tab. 1 - Dati biometrici (g) degli esemplari analizzati.

Biometric data of the analysed specimens.

ST.	N.		m. a.	%	resto	%	tot.	%	valve	%	tot.+valve
B 1	**6**	**Media**	**8,83**	**13,3**	**14,8**	**22,2**	**23,63**	**35,4**	**43,02**	**64,6**	**66,66**
		St.D.	1,18	0,6	3,49	3,7	4,26	3,6	6,19	3,6	9,32
		St.D.%	13,4	5	23,6	17	18	10	14,4	6	14
B 2	**6**	**Media**	**7,93**	**13,4**	**8,23**	**13,9**	**16,16**	**27,4**	**42,89**	**72,7**	**59,05**
		St.D.	0,97	0,8	1,51	2,1	2,1	2,1	4,1	2,1	5,64
		St.D.%	12,2	6	18,3	15	13	8	9,6	3	9,6
S 2	**5**	**Media**	**15,43**	**15**	**22,88**	**22**	**38,26**	**37**	**65,05**	**63**	**103,3**
		St.D.	1,3	1,5	3,68	2	4,13	1,3	6,35	1,3	10,15
		St.D.%	8,4	10	16,1	9	10,8	4	9,8	2	9,8
S 4	**6**	**Media**	**8,67**	**13,6**	**9,4**	**14,5**	**18,07**	**28,1**	**45,75**	**71,9**	**63,81**
		St.D.	1,35	0,8	2,8	2,6	4,02	2,7	5,2	2,7	8,9
		St.D.%	15,6	6	29,8	18	22,2	10	11,4	4	13,9
S 5	**5**	**Media**	**12,19**	**14,7**	**13,78**	**16,4**	**25,97**	**31,1**	**57,33**	**68,7**	**83,3**
		St.D.	2,52	0,8	4,67	2,8	6,9	2,7	13,1	2,6	19,28
		St.D.%	20,7	5	33,9	17	26,6	9	22,9	4	23,1

Tutti gli esemplari esaminati, ad eccezione di quelli contaminati dal fango, risultano idonei al consumo alimentare (D.M. 5/10/78 e disp. FAO - WHO).

I risultati ottenuti sono stati riuniti in due gruppi considerando omogenee le due eree prese in esame. I contenuti metallici medi di ciascun gruppo risultano inferiori nel muscolo adduttore rispetto al resto delle parti molli che è costituito, tra l'altro, dell'apparato digerente (Tab. 2).

Dal confronto tra i contenuti metallici medi negli organismi catturati nelle cale B e in quelli catturati nelle cale S, emerge che tutti i metalli, escluso il nichelio, sono presenti in concentrazioni più elevate in quelli delle cale S. Le differenze più elevate tra i due gruppi si evidenziano: per il resto delle parti molli nel cromo e nel piombo (rispettivamente S/B=2.05 e S/B=1.90), mentre nel muscolo adduttore, con rapporti più bassi, risultano prevalere il piombo ed il cromo (S/B=1.38, S/B=1.29).

Il confronto tra le due aree effettuato con il calcolo del t di Student applicato ai valori medi di ciascuna area, risulta significativo su tre dei sei metalli presi in esame. Risulta significativo per il cadmio (90% sul muscolo add. e 100% sul resto parti molli), per il piombo (98% sul resto parti molli) e per il cromo (99%

Tab. 2 - Contenuti medi in mg/Kg p.u. relativi a ciascuna area di campionamento, medie, deviazioni standard, t di Student e relativi livelli di significatività.

Average contents in mg/kg f.w. thereof every sampling area, means, standard deviations, Student's t and relative significance levels.

St.	E.		Pb m.a.	Pb resto	Pb tot.	Cd m.a.	Cd resto	Cd tot	Zn m.a.	Zn resto	Zn tot.	Cu m.a.	Cu resto	Cu tot	Cr m.a.	Cr resto	Cr tot.	Ni m.a.	Ni resto	Ni tot.
B	12	Medie	**0.16**	**0.48**	**0.34**	**0.41**	**1.17**	**0.83**	**29.6**	**42.6**	**37.3**	**0.33**	**1.71**	**1.12**	**0.07**	**0.42**	**0.27**	**0.38**	**0.93**	**0.70**
		St.D.	0.09	0.15	0.08	0.07	0.17	0.11	8.2	9.5	4.8	0.07	0.47	0.30	0.02	0.16	0.09	0.22	0.27	0.17
		St.D.%	56	31	24	17	15	13	28	22	13	21	27	27	29	38	33	58	29	24
S	16	Medie	**0.25**	**0.91**	**0.59**	**0.50**	**1.67**	**1.13**	**33.7**	**55.4**	**45.4**	**0.38**	**1.89**	**1.20**	**0.09**	**0.86**	**0.50**	**0.36**	**0.85**	**0.62**
		St.D.	0.21	0.55	0.28	0.15	0.38	0.18	24.5	32.9	22.3	0.24	0.46	0.29	0.07	0.51	027	0.31	0.51	0.32
		St.D.%	95	60	47	30	23	16	73	59	49	63	24	24	78	59	54	86	60	52
S/B			1.38	1.90	1.74	1.22	1.43	1.38	1.14	1.30	1.22	1.15	1.11	1.07	1.29	2.05	1.85	0.95	0.91	0.89
t di Student			1.26	2.62	2.99	1.92	4.24	4.98	0.55	1.30	1.23	0.71	1.01	0.68	1.12	2.89	2.76	-0.20	-0.47	-084
Significatività%			N. S.	98	99	90	100	100	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	99	98	N. S.	N. S.	N. S.

Note - Es.: Numero di esemplari analizzati.
Number of analysed specimens.
m.a.: Muscolo adduttore.
Adductor muscle.
resto: Parti molli escluso il muscolo adduttore.
Soft bodies excepted adductor muscle.
tot.: Totale parti molli.
Total soft bodies.

sul resto parti molli). La significatività sul piombo, cadmio e cromo totali è conseguenza delle precedenti.

Dati simili su bivalvi sono alquanto scarsi ed il lavoro di Mauri *et al.* (1990), non permette confronti a causa del diverso approccio sperimentale basato sulla misura delle concentrazioni dei metalli pesanti sul peso secco anzichè sul peso umido.

Conclusioni

Il confronto tra le due aree esaminate risulta statisticamente significativo per tre dei sei metalli analizzati (con significatività fino al 100%), e comunque due dei tre rimanenti (zinco e rame) presentano valori di concentrazioni più elevate nell'area interessata dallo scarico.

La maggiore significatività del confronto tra le parti molli senza il muscolo adduttore, sembrerebbe indicare una scarsa rappresentatività di quest'ultimo come tessuto di bioaccumulo. Inoltre la presenza di concentrazioni maggiori di metalli nel resto delle parti molli, fa ritenere più opportuno, per eventuali successive analisi l'utilizzo di organi bersaglio diversi quali l'apparato digerente, i reni o l'epatopancreas.

Bibliografia

MAURI M., ORLANDO E., NIGRO M., REGOLI F. (1990) - Heavy metals in the antarctic scallop *Adamussium colbecki*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **67**: 27-33.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 420-422

M.R. PERNICE, C. GAMBARDELLA, S.M. GUARINO, M. DE NICOLA*

Dip. Genetica, Biologia Generale e Molecolare dell'Università di Napoli,
Via Mezzocannone, 8 - 80147 Napoli, Italia.
*I.S.E.C., Lesina (FG), Italia.

ESPERIMENTI DI COLONIZZAZIONE DI MACROFAUNA SU DIFFERENTI SUBSTRATI VEGETALI NELLA LAGUNA DI LESINA

MACROFAUNA ASSOCIATED TO DIFFERENT PLANT EXPERIMENTAL SUBSTRATA IN THE LESINA LAGOON

Abstract

The results of a study carried out during the period November 1995 - March 1996 in the Lesina Lagoon (South Adriatic Sea, Italy) on the macrofauna associated to Gracilaria verrucosa *and* Zostera noltii *in experimental conditions have been reported. Assemblages were not found to differ and the crustaceans appeared to be dominant in both plant substrata.*

Key-words: coastal lagoon, macrofauna, Crustacea, seagrass, algae.

Introduzione

La laguna di Lesina (FG) è un tipico ambiente salmastro del Basso Adriatico, caratterizzato da notevoli fluttuazioni di salinità e temperatura (Marolla *et al.*, 1995), la cui componente biotica è scarsamente conosciuta (De Angelis, 1963; Cozzolino, 1995a,b). Pertanto è stato iniziato uno studio sulle comunità bentoniche presenti nella Laguna, i cui dati preliminari vengono qui riportati. L'indagine è stata orientata allo studio della colonizzazione da parte del macrobenthos di due substrati vegetali offerti in strutture sperimentali: la rodoficea *Gracilaria verrucosa* e la fanerogama marina *Zostera noltii*, che rappresentano una componente fondamentale delle comunità di questo ambiente lagunare (Cozzolino, 1995a).

Materiali e metodi

Da dicembre 1995 a marzo 1996 sono state installate apposite nasse alla profondità di 0,5-0,7 metri in tre siti della sacca occidentale della laguna distanti dalla costa rispettivamente 5 metri (St.1), 15 metri (St.2) e 25 metri (St.3). In ciascun sito venivano collocate due nasse, l'una con porzioni di tallo di *G. verrucosa* (1G, 2G e 3G) e l'altra con foglie di *Z. noltii* (1Z, 2Z e 3Z), precedentemente raccolte e defaunate. La quantità dei vegetali era ponderalmente simile in tutte le nasse, che dopo quindici giorni venivano ritirate; tutti gli organismi animali presenti venivano separati dalla componente vegetale, fissati in formalina al 4% e identificati.

Risultati e discussione

In ogni sito e mese di campionamento la fauna vagile era rappresentata soprattutto da crostacei, variando da un minimo di 68,2% a marzo nel sito 3G ad un massimo di 99,1% nel sito 1Z a febbraio. I molluschi gasteropodi, sempre presenti, variavano da un minimo di 0,4% (febbraio in 1G e 1Z) ad un massimo di 20,7% (dicembre

in 2Z). Altri organismi erano molto scarsi: policheti, bivalvi, turbellari e nematodi presentavano valori di DI sempre inferiori a 1%; gli ofiuroidei erano presenti solo nel mese di gennaio nei siti 2G e 3G, mentre gli antozoi erano sempre presenti, eccetto a gennaio, con valore minimo di 0,2% (febbraio in 1G e 1Z) e massimo di 12,2% (marzo in 3G).

Tab. 1 - Dominanze quantitative (DI%) dei taxa più rappresentati nelle differenti stazioni nei quattro mesi di campionamento.

Quantitative dominance (DI%) of the most representative taxa in the different stations during the 4-month sampling.

Specie	Stazione 1G				Stazione 2G				Stazione 3G			
	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96
Sphaeroma serratum	41,2	57,5	91,7	42,4	57,1	77,6	72,5	81,0	50,0	85,7	75,6	59,0
Idotea baltica	22,0	25,4	6,2	34,4	22,2	7,7	10,4	2,2	10,2	2,5	3,2	5,5
Gammarus insensibilis	15,4	9,8	0,6	16,6	5,6	10,8	6,2	4,2	11,3	6,3	8,7	2,2
Gammarus aequicauda	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Altri Anfipodi	-	-	-	1,2	-	0,5	2,1	2,3	-	-	0,5	0,7
Carcinus mediterraneus	0,5	0,2	-	0,2	0,8	0,1	-	0,1	1,1	-	-	-
Crangon crangon	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	-	-	-
Cyclope neritea	4,9	5,2	0,4	-	11,9	1	0,04	-	7,9	3	8,8	2,2
Haminea navicula	3,8	0,08	-	-	0,8	-	0,5	-	4,5	0,2	0,3	1,5
Mytilus galloprovincialis	0,2	-	0,2	-	-	-	0,04	-	-	-	0,1	-
Policheti	-	0,08	0,09	0,3	-	-	0,4	0,03	-	0,1	0,2	0,2
Antozoi	-	0,4	0,2	0,1	-	1,4	2,4	1,1	-	1,6	1,4	12,2
Pesci	12,1	1,2	0,4	0,2	1,6	0,1	0,2	0,5	3,4	0,5	0,8	0,5

	Stazione 1Z				Stazione 2Z				Stazione 3Z			
	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96	dic-95	gen-96	feb-96	mar-96
Sphaeroma serratum	41,2	57,5	91,7	49,3	46,7	71,2	75,3	76,3	60,1	89,9	74,6	71,2
Idotea baltica	22,0	25,4	6,2	26,6	22,1	4,3	6,5	5,4	9,9	2,8	2,9	6,7
Gammarus insensibilis	15,4	9,8	0,6	19,9	3,9	9,8	3,2	8,5	8,4	3,2	12,1	10,4
Gammarus aequicauda	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Altri Anfipodi	-	-	0,03	0,2	-	0,6	-	2,1	-	-	2,0	0,9
Carcinus mediterraneus	0,5	0,2	-	-	1,9	0,7	-	0,7	-	-	-	-
Crangon crangon	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-
Cyclope neritea	4,9	5,2	0,4	-	18,8	4,2	2,7	-	15,2	2,6	6,8	-
Haminea navicula	3,8	0,08	-	-	1,9	0,5	0,7	-	1,1	-	0,08	-
Mytilus galloprovincialis	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	0,4	0,04	-
Policheti	-	0,08	0,1	0,4	0,6	0,3	0,06	0,2	-	-	0,4	0,2
Antozoi	-	0,4	0,2	0,08	-	8,7	8,1	2,2	-	0,9	1,0	5,9
Pesci	12,1	1,2	0,4	0,03	2,6	0,2	0,09	0,3	1,9	0,3	0,08	1,1

I pesci erano sempre presenti con un minimo di 0,1% (marzo in 1Z, 2Z e 3Z) ed un massimo di 4,6% (gennaio in 3Z).

I crostacei erano rappresentati principalmente dagli isopodi *Sphaeroma serratum* e *Idotea baltica*, dagli anfipodi *Gammarus insensibilis* e *G. aequicauda*, e dai decapodi *Carcinus mediterraneus* e *Crangon crangon*. *Sphaeroma serratum* è la specie più abbondante, con percentuali sempre superiori al 50% della fauna totale,

seguito da *Idotea baltica* (max. 34,4%). Le frequenze degli altri crostacei erano minori e spesso i decapodi erano del tutto assenti (Tabella 1).

I Gasteropodi conchigliati erano rappresentati soprattutto da *Cyclope neritea* e *Haminea navicula*, e tra i bivalvi *Cerastoderma glaucum* e *Mytilus galloprovincialis* quasi esclusivamente con forme giovanili (Tabella 1).

Fra i pesci *Sygnatus abaster* era la specie più abbondante.

Le specie da noi ritrovate nella laguna di Lesina sono conosciute per altri ambienti lagunari italiani (Gravina *et al.*,1985; Corazza *et al*, 1989; Gravina *et al.*,1989; Ceccherelli *et al.*, 1992). Non si sono osservate rilevanti differenze temporali nella composizione faunistica sia in funzione del substrato vegetale sia in funzione della distanza dalla costa. Fa eccezione il 1G in cui *S. serratum* presenta a gennaio un DI molto basso che sale poi a valori massimi a febbraio.

Questa apparente omogeneità potrebbe essere dovuta alle strutture sperimentali utilizzate in cui non è possibile riprodurre le condizioni microambientali proprie dei due substrati vegetali naturali.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.ssa Maria Beatrice Scipione (Stazione Zoologica "Anton Dohrn" di Napoli) per l'identificazione degli anfipodi.

Bibliografia

CECCHERELLI V.U., CARAMORI G., COLANGELO M.A., FORNASARI D., GAIANI V., MANTOVANI C., REGGIANI G. (1992) - La successione nelle comunità bentoniche di ambienti lagunari in relazione ai fenomeni di disturbo. *Atti S.It.E.*, **15**: 135-153.

CORAZZA C., MISTRI M., CECCHERELLI V.U. (1989) - Osservazioni preliminari sulla dinamica temporale delle comunità macrobentoniche della Sacca di Goro (Delta del Po). *Oebalia*, **15** (1): 119-128.

COZZOLINO G.C. (1995a) - Macrofitobenthos della laguna di Lesina: cartografia estiva. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 361-363.

COZZOLINO G.C. (1995b) - Distribuzione dei molluschi bivalvi nella laguna di Lesina. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 365-367.

DE ANGELIS R. (1963) - Il lago di Lesina. *M.M.M. Memoria* Ed. Bardi, Roma, **9**: 1-110.

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCARDI M., FRESI E. (1985) - Latium coastal lakes: the ecology of benthos and the management of the environment. *Oebalia*, **11** (2): 467-470.

GRAVINA M.F., ARDIZZONE G.D., SCALETTA F., CHIMENZ C. (1989) - Descriptive analysis and classification of benthic communities in some Mediterranean coastal lagoons (Central Italy). *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology*, **10** (2): 141-166.

MAROLLA V., FRANCHI M., CASOLINO G., MASELLI M.A. (1995) - Laguna di Lesina: variazioni durante il 1994 dei principali parametri chimico-fisici. *Boll. I.S.B.L.*, **5**: 1-6.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 423-425

E.M. Baccarani, D. Pessani

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Torino,
via Accademia Albertina 17 - 10123 Torino, Italia.

PRESENZA DI CILIATI SUL PAGURO *CLIBANARIUS ERYTHROPUS*

OCCURRENCE OF CILIATES ON THE HERMIT CRAB *CLIBANARIUS ERYTHROPUS*

Abstract

Three species of Ciliates, Gymnodinioides inkystans, Polyspira delagenei *and* Pebrilla paguri, *were found on the hermit crab* Clibanarius erythropus. *The position on the crab and the relationship between those Ciliates and their host were studied.*

Key-words: Ciliophora, parasitism, symbiosis, hermit crabs, Mediterranean.

Introduzione

Tra le esuvie di esemplari del paguro *Clibanarius erythropus,* allevati in laboratorio, casualmente si sono visti nuotare dei Ciliati; si è ipotizzato trattarsi di esuviotrofi, ossia Ciliati (fam. Foettingeriidae) che, presenti in stato quiescente (foronti) sulle branchie di Crostacei, quando l'ospite muta si disincistano, per nutrirsi del suo liquido esuviale (trofonti). Sempre sulle esuvie di C. *erythropus,* in particolare a livello dell'addome, sono state notate delle forme a bottiglietta, riconoscibili come loriche di Ciliati (fam. Folliculinidae).

Essendo scarse le conoscenze relative ai Ciliati viventi sui paguri (Sprague e Couch, 1971), le forme osservate sono state studiate allo scopo di identificarle, verificarne la frequenza e la posizione sul crostaceo e cercare di chiarire il tipo di rapporto intercorrente con l'ospite.

Materiali e metodi

93 esemplari di C. *erythropus* sono stati raccolti in diverse zone della costa ligure e mantenuti in laboratorio. Le esuvie venivano isolate in acqua proveniente dalla coppetta di allevamento ed esaminate allo stereomicroscopio a luce fredda. Sono stati inoltre osservati 69 esemplari di C. *erythropus,* anch'essi raccolti sul litorale ligure, precedentemente fissati in formalina, per verificare l'eventuale presenza di loriche sull'esoscheletro. Da questi sono state inoltre asportate le branchie per individuare, al microscopio ottico, i foronti.

Risultati e discussione

I foronti (fig. 1) appartengono alle specie *Gymnodinioides inkystans* e *Polyspira delagenei* riconoscibili l'una dall'altra per la presenza nella prima, allo stadio di trofonte, di una particolare struttura detta rosetta (fig. 2) (Chatton e Lwoff, 1935). Di forma ovoidale, la loro colorazione varia da trasparente (foronti) a violetto-blu intenso (trofonti); si rinvengono nelle branchie al fondo e lungo i solchi interfogliari, con l'asse maggiore parallelo ad essi. Chatton e Lwoff (1935) trovarono, a Roscoff,

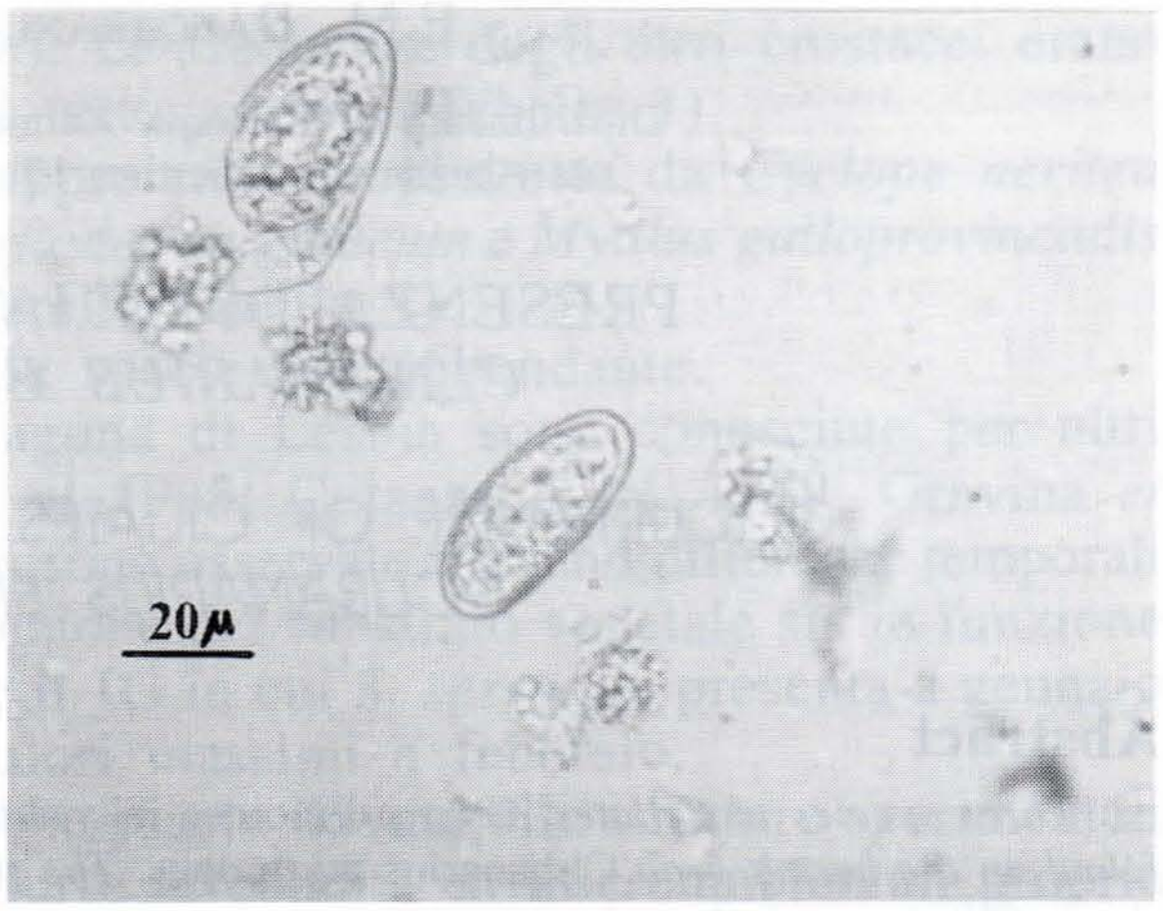


Fig. 1 - Foronti di *G. inkystans* nelle branchie di *C. erythropus*.

Phoronts of *G. inkystans* in the gills of *C. erythropus*.

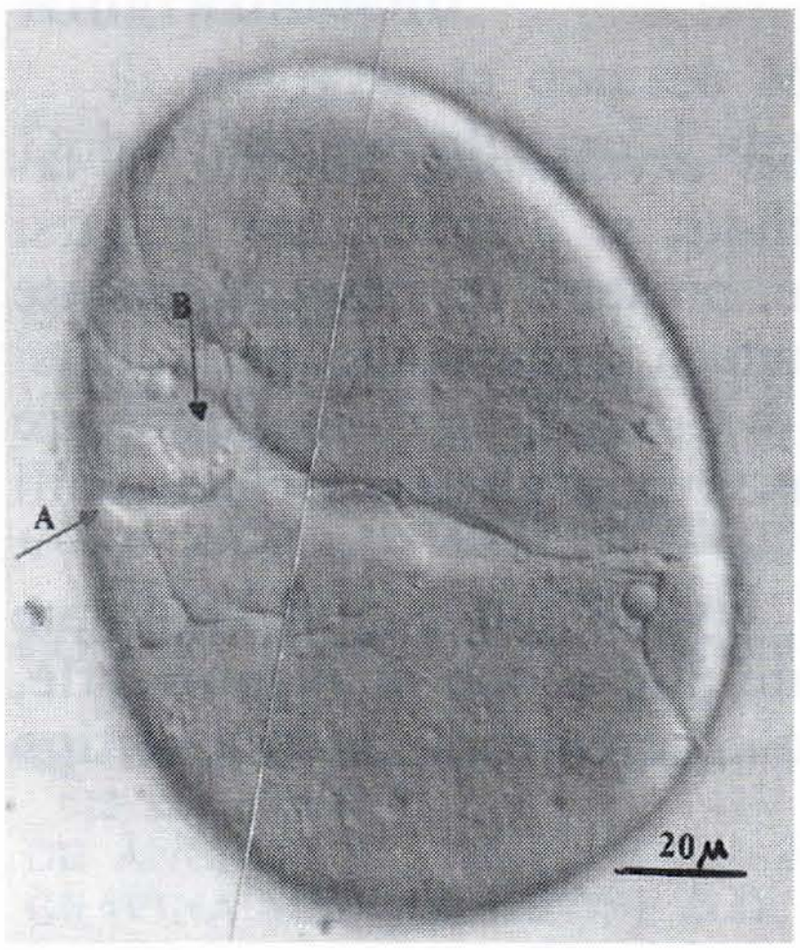


Fig. 2 - Trofonte di *G. inkystans*; A) vacuolo pulsatile, B) rosetta.

Trophont of *G. inkystans*; A) contractile vacuole, B) rosette.

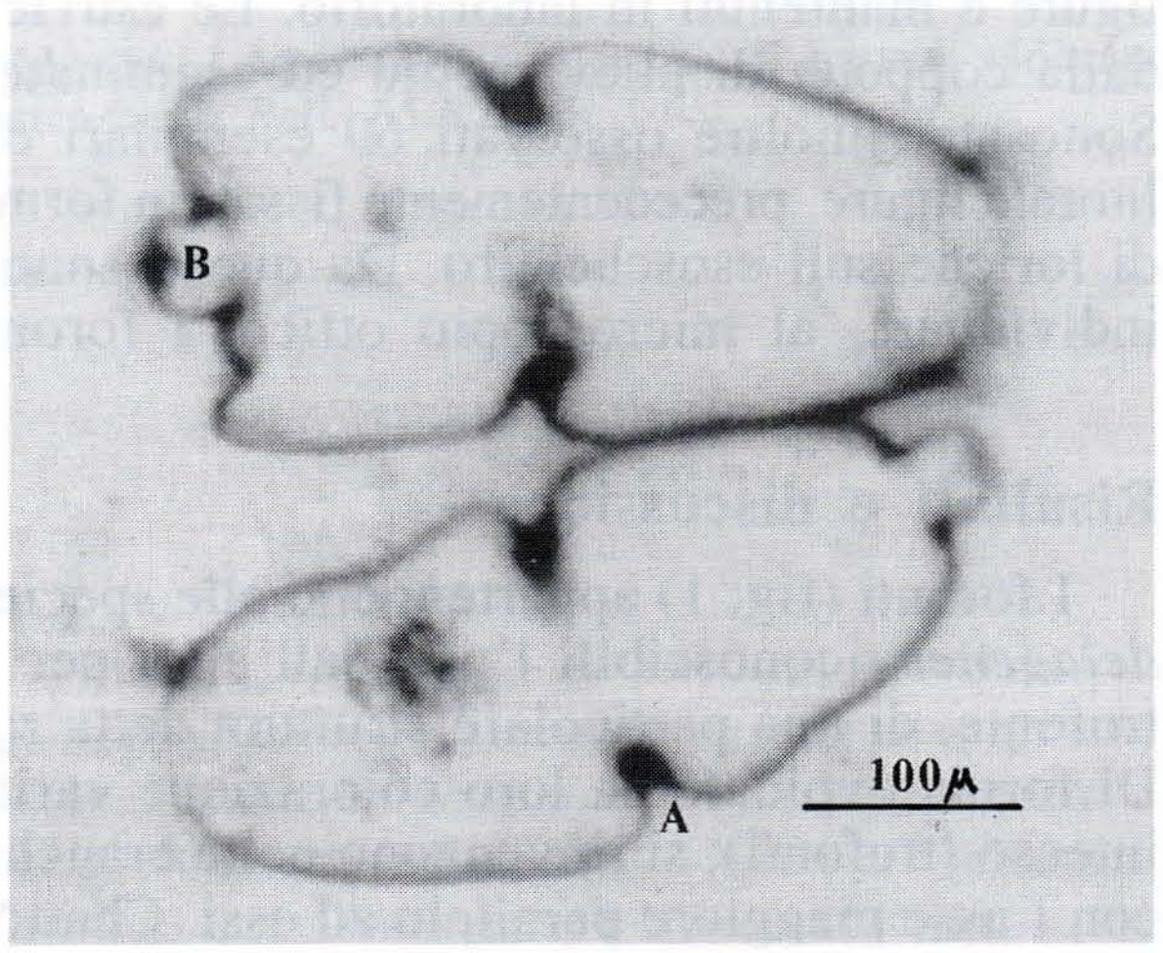


Fig. 3 - Loriche di *P. paguri*; A) solco trasversale, B) camera terminale.

Loricae of *P. paguri*; A) transverse groove, B) terminal chamber.

le due specie mescolate su esemplari di *Pagurus bernhardus* e considerarono questa promiscuità una condizione pressoché costante; vengono qui segnalate per la prima volta su C. *erythropus* ed in Mediterraneo. Il tipo di alimentazione, il ciclo riproduttivo effettuato all'esterno dell'ospite, l'assenza di strutture di connessione con la cuticola branchiale e di reazione cellulare delle branchie stesse portano a considerare questi Ciliati come semplici inquilini.

Le loriche, di colore bruno, sono divise da un solco mediano in due loggette comunicanti, posteriormente si nota una piccola camera (fig. 3); il Ciliato, se disturbato dalla luce, si presenta come un ovoide verdastro, contratto nella loggetta posteriore. Riducendo l'intensità luminosa, il corpo cellulare, fittamente ciliato, si distende e, all'estremità anteriore, si allarga in due ali percorse da una fila di ciglia. Queste caratteristiche permettono di riconoscere gli esemplari osservati come appartenenti a *Pebrilla paguri,* già segnalata a Roscoff su *C. erythropus* e *Pagurus bernhardus* (Faurè-Fremiet, 1936). *P. paguri* è presente sul 9% dei paguri osservati e si localizza principalmente sull'addome (58.9%), ma anche sul telson, sugli uropodi e talvolta sul carapace; sembra quindi guidato, nella scelta del sito di impianto, dal fototropismo negativo e dal rallentato ricambio dell'acqua nella conchiglia occupata dal paguro. Il numero di loriche presenti su un singolo paguro varia da 1 a 61. Questi risultati contrastano con quanto riportato da Fauré-Fremiet (1936) che trova un massimo di 7 Ciliati per paguro, situati solo sull'addome. *P. paguri* ha la capacità di "reinfestare" il suo ospite poiché è stata trovata sull'esuvia e poi sull'esemplare mutato.

Il ciclo vitale di *P. paguri* è ancora sconosciuto, ma le zone e la modalità di impianto (le loriche sono fissate sul paguro per mezzo di una sottile pellicola) portano ad ipotizzare che il rapporto che il Ciliato contrae col paguro sia di tipo parassitario.

Bibliografia

CHATTON E., LWOFF A. (1935) - Ciliés apostomes. *Arch. Zool. Gén.*, **77**: 1-453.

FAURE-FREMIET E. (1936) - La famille des Folliculinidae (Infusoria Heterotrichia). *Mém. Mus. Hist. Nat. Belg.*, **2** (3): 1129-1175.

SPRAGUE V., COUCH J. (1971) - An annotated list of the Protozoan parasites, hyperparasites, and commensal of Decapod Crustacea. *J. Protozool.*, **18** (3): 526-537.

Lavoro effettuato con fondi M.U.R.S.T. 60%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 426-428

L. Piazzi, S. Acunto, M. Magri, F. Rindi, E. Balestri*

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
* C.I.B.M., P.le Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULL'ESPANSIONE DI *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKÅL) J. AGARDH SULLE SECCHE DELLA MELORIA (LIVORNO, ITALIA)

PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE SPREAD OF *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKÅL) J. AGARDH IN MELORIA SHOALS (LIVORNO, ITALY)

Abstract

Two years after the first record of Caulerpa racemosa *(Caulerpales, Chlorophyta) in Meloria Shoals (Livorno, Italy) a survey was carried out to evaluate the distribution of this species. The results show an increase of the surface colonized by the alga.*

Key-words: *Caulerpa racemosa*, distribution, Meloria, Livorno, Italy.

Introduzione

Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) è una specie ampiamente distribuita nei mari tropicali. In seguito all'apertura del Canale di Suez l'alga ha colonizzato anche il mare Mediterraneo (Aleem, 1948). Nel 1993 è stata segnalata per la prima volta lungo le coste italiane, in Sicilia (Alongi *et al.*, 1993), e nel 1994 nel Mediterraneo occidentale, sulle Secche della Meloria (Livorno, Italia) (Piazzi *et al.*, 1994). A due anni di distanza da quest'ultima segnalazione è stata intrapresa un'indagine allo scopo di rilevare eventuali variazioni nella distribuzione di *C. racemosa* in tale area.

Materiali e metodi

L'indagine è stata effettuata tra marzo 1995 e febbraio 1996 sulle Secche della Meloria e lungo il tratto di costa compreso tra il porto di Livorno e la Punta del Boccale (Fig. 1). Operatori subacquei hanno percorso una serie di transetti perpendicolari e paralleli alla costa in immersione autonoma con A.R.A., rilevando la presenza di *Caulerpa racemosa* e le caratteristiche dei popolamenti fitobentonici.

Risultati

L'indagine ha mostrato che *Caulerpa racemosa* ha ampliato notevolmente la sua distribuzione. L'alga è stata infatti osservata in quasi tutta l'area tra 2 e 10 metri di profondità. Mentre lungo la costa la sua presenza è limitata ad alcune chiazze variabili tra 0,5 e 6 m^2 di superficie, sulle Secche della Meloria il popolamento ha assunto un'importanza rilevante. Nella parte centrale delle Secche (dove l'alga era stata segnalata per la prima volta) e intorno al faro sud *C. racemosa* presenta la massima copertura (Fig. 1). In particolare *C. racemosa* risulta costantemente

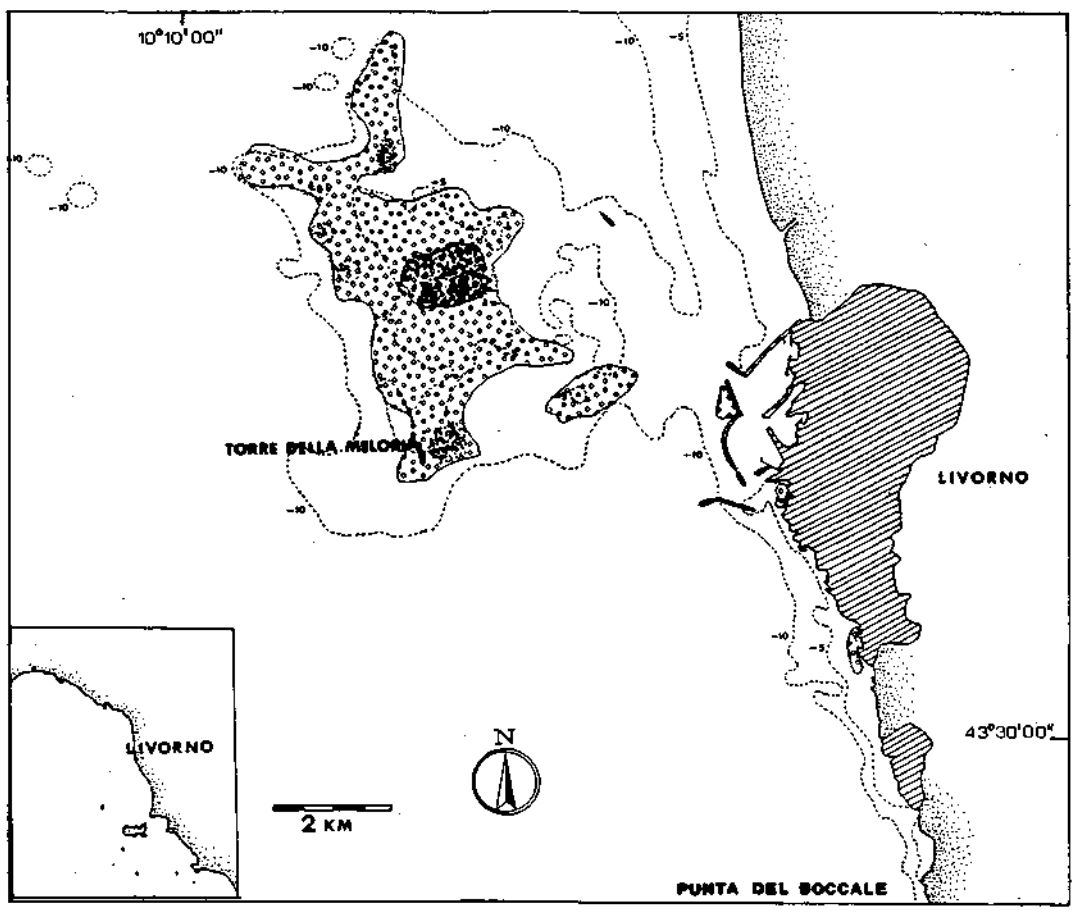


Fig. 1 - Distribuzione di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh lungo le coste livornesi. La punteggiatura piu fitta rappresenta aree in cui *C. racemosa* presenta una maggiore copertura. Il tratteggio indica aree urbane.

Distribution of *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh along the coasts near Livorno. The dense dotting refers to the highest covering of *C. racemosa*. The hatching indicates the urban areas.

presente nelle aree occupate da "matte" morta di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, e meno comunemente su roccia e sabbia grossolana e nelle aree ove la prateria a *P. oceanica* è dominante. In ottobre, periodo di massimo sviluppo vegetativo, *C. racemosa* formava feltri spessi fino a 15 cm, costituiti dall'intreccio degli stoloni. In questo periodo è stata inoltre osservata la crescita dell'alga su rizomi e germogli di *P. oceanica*. Alla fine di dicembre l'alga cominciava a perdere le fronde, fino a raggiungere il minimo sviluppo vegetativo in aprile.

Discussione

Nel 1994 *Caulerpa racemosa* formava soltanto alcune chiazze, di ampiezza variabile tra 10 e 50 m^2, in aree di "matte" morta nella porzione più superficiale delle Secche della Meloria. In due anni l'alga ha ampliato la superficie precedentemente occupata pur non insediandosi in aree densamente colonizzate da *P. oceanica*. L'alga attualmente risulta distribuita, anche se non in modo uniforme, su una superficie di circa 8 km^2. Durante il periodo di studio *C. racemosa* ha mostrato una ben definita dinamica stagionale; in settembre-ottobre essa presenta il massimo accrescimento vegetativo risultando la specie algale dominante e mostrando inoltre un modesto accrescimento sui rizomi di *P. oceanica.* In marzo-aprile si osserva il minimo sviluppo che permette l'accrescimento di altre specie algali. I risultati dell'indagine effettuata, suggeriscono l'opportunità di proseguire l'attività di sorveglianza e approfondire le conoscenze relative alle interazioni di *C. racemosa* con le altre specie presenti nell'area.

Bibliografia

ALEEM A. A. (1948) - The recent migration of certain Indopacific Algae from the Red Sea into the Mediterranean. *New Phytol.*, **47**: 88-94.

ALONGI G., CORMACI M., FURNARI G. (1993) - Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae, Caulerpales) per le coste italiane. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, **26**: 49-53.

PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1994) - Presence of *Caulerpa racemosa* in the North-Western Mediterranean. *Cryptogamie Algol.*, **15** (3): 183-189.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 429-430

L. Piazzi, E. Balestri*

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
*C.I.B.M., Livorno, Italia.

OSSERVAZIONI SULLA FIORITURA E FRUTTIFICAZIONE DI TRAPIANTI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

OBSERVATIONS ON FLOWERING AND FRUITING OF *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE TRANSPLANTS

Abstract

Observations on flowering and fruiting of transplanted cuttings of Posidonia oceanica *(Potamogetonales) collected from different meadows and depths were reported.*

Key-words: *Posidonia oceanica,* transplantation, flowering, fruiting.

Introduzione

La fanerogama marina *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Potamogetonales) si riproduce soprattutto per via vegetativa, per stolonizzazione e frammentazione dei rizomi. Nonostante numerosi studi riportino la descrizione di fenomeni di fioritura (Piazzi *et al.*, 1996), molti aspetti dell'ecologia riproduttiva sono poco conosciuti. Recentemente è stata riportata la fioritura di alcuni fasci coltivati in acquario (Caye *et al.*, 1995) e di talee trapiantate sul campo (Molenaar *et al.*, 1995). In questo lavoro vengono riportate delle osservazioni sullo sviluppo di infiorescenze e frutti in talee di *P. oceanica* trapiantate in località e profondità differenti da quelle di provenienza.

Materiali e metodi

L'esperimento è stato condotto in un'area antistante il centro abitato di Rosignano Solvay (Livorno, Italia). Il sito di trapianto è rappresentato da una zona di "matte" morta, in prossimità dell'attuale limite superiore della prateria a *Posidonia oceanica*, alla profondità di 10 metri. Tra luglio e settembre 1994, 918 rizomi ortotropi e 918 plagiotropi di *P. oceanica* sono stati prelevati, a profondità di 20, 10 e 5 metri (rispettivamente maggiore, uguale e inferiore alla profondità del sito scelto per il trapianto), dalle praterie delle Secche di Vada (Livorno), Isola di Gorgona (Arcipelago Toscano) e Isola di Pantelleria (Canale di Sicilia) e trapiantati, mediante fissaggio orizzontale, su griglie. Tra ottobre 1994 e aprile 1995 è stato seguito lo sviluppo delle strutture riproduttive. Sono stati calcolati il tasso di fioritura (n° di fasci fioriti / n° totale di fasci x 100) ed il tasso di fruttificazione (n° di fasci con frutti maturi / n° di fasci fioriti x 100).

Risultati

In ottobre 1994 è stato osservato lo sviluppo di numerose infiorescenze su talee provenienti dalle tre praterie (Tab. 1). In totale è fiorito il 5,5 % dei fasci ortotropi e soltanto lo 0,6 % dei fasci plagiotropi trapiantati. La fioritura ha interessato

Tab. 1 - Tasso di fioritura e di fruttificazione delle talee di *Posidonia oceanica* (L.) Delile.
Flowering and fruiting rate of transplanted cuttings of *Posidonia oceanica* (L.) Delile

Prateria di provenienza	Tipo di rizoma	Tasso di fioritura (%) Profondità (m)			Tasso di fruttificazione(%) Profondità (m)		
		-20	-10	-5	-20	-10	-5
Vada	ortot.	9,8	-	-	10,2	-	-
	plagiot.	3,9	-	-	0	-	-
Gorgona	ortot.	14,7	14,7	7,8	20,4	34,0	51,2
	plagiot.	0,98	-	0,98	0	-	
Pantelleria	ortot.	2,9	-	-	34,4	-	-
	plagiot.	-	-	-	-	-	-

in misura maggiore i fasci plagiotropi provenienti dalla prateria di Gorgona. Mentre la comparsa di fiori si è verificata nei fasci prelevati da Gorgona alle tre profondità, in quelli provenienti dalle praterie di Vada e Pantelleria il fenomeno ha interessato solo quelli raccolti a 20 metri. In novembre è stata osservata la formazione di frutti. Il processo di maturazione è terminato tra marzo ed aprile 1995. Il tasso di fruttificazione, calcolato in aprile, è risultato pari a 27,4 % per i rizomi ortotropi e 16,6 % per i plagiotropi. Il tasso di fruttificazione delle talee provenienti da Gorgona ha mostrato un andamento crescente col diminuire della profondità di prelievo.

Discussione

Molenaar *et al.* (1995) ipotizzano che la fioritura di talee di *Posidonia oceanica* osservata nel corso di un esperimento di trapianto possa essere stata indotta dall'aumento della temperatura conseguente al trasferimento delle piante ad una profondità inferiore rispetto a quella di provenienza. In questo lavoro la mancanza di dati sulle praterie di origine non permette di poter confermare tale ipotesi, tuttavia la fioritura ha interessato soprattutto i fasci prelevati a profondità maggiore rispetto a quella di trapianto. Mazzella *et al.* (1984) riportano uno sfasamento di 2-3 mesi nella comparsa di fiori e la maturazione di frutti tra praterie superficiali e profonde. Nel presente studio, la contemporanea comparsa e maturazione delle strutture riproduttive nei fasci prelevati dalle tre praterie e alle diverse profondità, sembra suggerire l'esistenza di una regolazione fenotipica dello sviluppo delle strutture riproduttive.

Bibliografia

CAYE G., BLACHIER J., MEINESZ A. (1995) - Observations sur la floraison de boutures de *Posidonia oceanica* cultivées en aquarium depuis sept ans. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **34**: 23.

MAZZELLA L., GAMBI M.C., RUSSO G.F., BUIA M.C. (1984) - Deep flowering and fruiting of *Posidonia oceanica* beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples). In: *Internat. Workshop on Posidonia oceanica beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edit., GIS Posidonie publ., **1**: 203-209.

MOLENAAR H., CAYE G., MEINESZ A. (1995) - Floraison de boutures orthotropes de *Posidonia oceanica* après un deplacement bathymetrique lors de leurs transplantation. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **34**: 37.

PIAZZI L., ACUNTO S., BALESTRI E., CINELLI F. (1996) - Osservazioni preliminari sulla germinazione di semi e sviluppo *in situ* di piantine di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Infor. Bot. Ital.*, **28**: 61-66.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 431-432

R. POLENTA, C. FROGLIA

Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima, C.N.R., Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUI TREMATODI DIGENEI PARASSITI DI VONGOLE LONGONE (*PAPHIA AUREA*) IN ADRIATICO

PRELIMINARY DATA ON THE TREMATODA DIGENEA OBSERVED IN THE CLAM *PAPHIA* AUREA FROM THE ADRIATIC SEA

Abstract

During a study on reproductive biology of Paphia aurea *and* Chamelea gallina, *(Mollusca, Bivalvia) carried out off Ancona, larval stages of Trematoda Digenea, identified with* "Cercaria ophicerca" *(Palombi, 1934) and* Bucephalus *cfr.* haimeanus, *were observed only in* P. aurea *suggesting a species specific association.*

Key-words: Trematoda, Bivalvia, parasite, Adriatic Sea.

Materiali e metodi

Nell'ambito di uno studio sul ciclo riproduttivo di *Chamelea gallina* (L.) e *Paphia aurea* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) sono stati effettuati campionamenti mensili a partire da Febbraio 1995 in 4 stazioni (prof. 3-5-8-13 m) al largo di Ancona (Adriatico).

Ulteriori campionamenti per verificare la presenza di parassiti sono stati effettuati nel mese di Giugno nell'ambito dell'annuale ricognizione per valutare la consistenza degli stocks di Veneridi nel Compartimento marittimo di Ancona, su una serie di stazioni ubicate a profondità di 12-13 m.

Complessivamente sono stati esaminati al microscopio strisci di gonadi di 1830 *C. gallina* e 1228 *P. aurea.*

Risultati

L'esame degli strisci gonadici ha evidenziato, unicamente in *P. aurea*, una elevata frequenza di stadi larvali di Trematodi digenei.

La specie più abbondante è attribuibile alla "*Cercaria ophicerca*" descritta da Palombi (1934). Le sporocisti, sacciformi, racchiudono numerose cercarie. Quest'ultime sono caratterizzate dalla presenza di due ben distinte macchie oculari ed una lunghissima coda. Il corpo della cercaria è generalmente allungato, ma durante i movimenti di contrazione il suo aspetto varia notevolmente.

L'assenza di setole sulla coda e la presenza di macchie oculari la differenziano da *Bacciger bacciger* descritto in letteratura come parassita di *Tapes decussatus* e *P. aurea* (Palombi, 1934).

Non si sono riscontrate differenze nella percentuale di parassitizzazione (14%) rilevata nei due sessi di *P. aurea* mentre, come risulta evidente dalla Tab. 1, la percentuale di parassitizzazione è più elevata (max. 56 %) negli esemplari di *P. aurea* di maggiori dimensioni.

È noto che, ad elevati livelli di parassitizzazione, queste specie possono indurre degenerazione delle gonadi e sterilità del parassitato (Sindermann, 1970). Nei 71

Tab. 1 - Frequenza di "*Cercaria ophicerca*" nelle diverse classi di lunghezza di *Paphia aurea*.
Occurrence of "*Cercaria ophicerca*" in clams (*Paphia aurea*) of different size.

L. (mm)	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
N. tot.	52	133	234	599	201	9
N. paras.	1	5	27	124	71	5
% paras.	1.9	3.8	11.5	20.7	35.3	55.6

esemplari di *P. aurea* in cui non è stato possibile determinare il sesso la percentuale di parassitizzazione è stata del 86%.

Sporocisti sono state osservate in tutti i 16 campioni prelevati nel corso dell'anno e la infestazione non presenta alcuna evidente stagionalità, variando tra un minimo del 9% ed un massimo del 42%.

In *P. aurea*, più raramente (1%), è stata riscontrata anche la presenza di sporocisti e di cercarie di una specie della famiglia *Bucephalidae* affine a *Bucephalus haimeanus* Lacaze Duthiers, 1854 (Cheng, 1967).

In questa specie le sporocisti, molto lunghe, si ramificano intrecciandosi tra loro; le cercarie, di aspetto allungato, sono contrattili e possiedono all'estremità posteriore un'appendice trapezoidale con due lunghissimi filamenti codali anch'essi contrattili.

Conclusioni

Nessuna delle due specie è stata osservata negli strisci di gonadi effettuati nello stesso periodo su 1830 esemplari di *C. gallina* prelevati nel raggio di 1 miglio dalle località di campionamento di *P. aurea*, suggerendo una specificità tra parassita e ospite.

L'eventualità che questi parassiti siano una delle cause delle ampie fluttuazioni riscontrate negli ultimi anni nello stock di Vongole longone presente nell'area (Froglia *et al.*, 1997) andrebbe ulteriormente approfondita.

Bibliografia

CHENG T.C. (1967) - Marine Molluscs as hosts for symbioses with a Review of Known Parasites of Commercially Important Spesies. *Advances in Marine Biology*, **5**: 1-424.

FROGLIA C., ARNERI E., GRAMITTO M.E., POLENTA R. (1997) - Valutazione dello stock commerciale di Vongole longone (*Paphia aurea*) nei compartimenti marittimi di Ancona e S. Benedetto del Tronto negli anni 1994-'95. *Biol. mar. medit.*, **4** (2): (in stampa).

PALOMBI A. (1934) - *Bacciger bacciger* (Rud.) Trematode digenetico: fam. Steringophoridae Odhner. Anatomia, sistematica e biologia. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **13**: 438-478.

PALOMBI A. (1934) - Gli stadi larvali dei Trematodi del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **14**: 75-80.

SINDERMANN C.J. (1970) - *Principal diseases of marine fish and shellfish.* Academic press, New York: 369 pp.

Lavoro eseguito con il contributo Ministero Risorse Agricole, Alimentari e Forestali nell'ambito del Terzo piano nazionale della pesca marittima e dell'acquacoltura.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 433-435

F. Pranovi, D. Curiel*, A. Rismondo*, M. Marzocchi*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
Viale Stazione, 5 - 30015 Chioggia (VE), Italia.
*Dip. di Biologia, Univ. di Padova, Italia.

RUOLO DELLE FANEROGAME MARINE COME SPECIE STRUTTURANTI NELL'ECOSISTEMA LAGUNARE VENEZIANO

BENTHIC COMMUNITIES IN SEAGRASS BEDS OF THE VENICE LAGOON

Abstract

The function of seagrass beds in Venice lagoonal environment is described. The studies show the importance of marine seagrasses (Zostera marina, Z. noltii *e* Cymodocea nodosa) *in structuring the benthic communities and in increasing macrofaunal diversity.*

Key-words: seagrass, macrobenthic communities, diversity, Venice lagoon.

Introduzione

Le praterie a fanerogame marine costituiscono ecosistemi complessi e molto produttivi, modificano l'ambiente bentonico in cui si inseriscono e favoriscono un'elevata diversità specifica (den Hartog, 1977).

Il presente lavoro riporta i risultati di tre ricerche condotte sulle comunità macrobentoniche lagunari in relazione alla presenza - assenza di fanerogame marine quali *Zostera marina, Z. noltii e Cymodocea nodosa.*

Materiali e metodi

Le ricerche sono state effettuate in stazioni distribuite nei tre bacini della laguna di Venezia. Nel primo studio è stata indagata la comunità macrobentonica prima (1991) e dopo (1994) la scomparsa di una prateria a *Zostera noltii* avvenuta per cause naturali presso l'isola di S. Erasmo (laguna nord).

Nel secondo studio, condotto tra la primavera e l'estate 1994, è stata effettuata una serie di semine sperimentali di giovanili di *Tapes philippinarum* in tre biotopi della Laguna di Venezia (da nord a sud: S. Erasmo = st.1, la stessa stazione del primo studio; Rivola = st.2, in una zona priva di fanerogame; Chioggia = st.3, con presenza di *Z. marina* e *Z. noltii*), osservando le modificazioni intervenute a carico del popolamento bentonico. Nel terzo studio, sono stati condotti, nell'estate 1995, trapianti sperimentali di *Cymodocea nodosa* su un'area priva di fanerogame del bacino sud della laguna, consentendo di analizzare le trasformazioni della biocenosi presente. Le metodologie di campionamento sono state: nel primo studio una benna Van Veen (0.028 m^2); nel secondo una rasca manuale (sup. campionata 0.16 m^2) e nel terzo un carotatore manuale (diametro 20 cm)

Risultati e discussione

Nel primo studio, è stato possibile descrivere, a seguito della scomparsa della prateria, una trasformazione nel popolamento bentonico con una riduzione della

diversità specifica. In presenza di fanerogame, infatti, sono state rilevate in totale 17 specie macrobentoniche con un indice di Margalef di 3,09. Dopo la scomparsa della prateria, la diversità specifica è scesa a 8 unità mentre l'indice si è ridotto a 1,71 (Tab. 1), in seguito alla scomparsa di specie quali *Cerastoderma glaucum*, *Paphia aurea*, *Tapes* spp., *Gibbula* spp.

Tab. 1 - Valori di ricchezza specifica e dell'indice di Margalef registrati nei tre studi; tra. = area trattata, con. = controllo.

Specific richness and Margalef index values recorded during the three studies; tra.= treated area, con.= control.

	primo studio		secondo studio (a 30 gg dalla semina)						terzo studio	
	1993	1994	st.1		st.2		st.3		dentro	fuori
			con.	tra.	con.	tra.	con.	tra.		
numero specie	19	8	12	5	15	12	23	14	21	16
d	3,09	1.71	1,92	0,75	2,83	2,33	3,63	2,04	7,52	6,59

Le semine sperimentali condotte nell'ambito del secondo studio hanno evidenziato che la comunità in grado di 'assimilare' meglio l'introduzione massiva di *Tapes* è stata quella della stazione 3, caratterizzata da una prateria a *Zostera noltii* e *Zostera marina*.

Dopo tre mesi dalla semina, in tutte le stazioni i valori degli indici di diversità delle aree trattate erano inferiori a quelli delle aree di controllo (Tab. 1) segno che, in seguito all'introduzione massiva, *Tapes* è divenuto la specie dominante.

Dopo 5 mesi, solo nell'area trattata della stazione 3 si raggiungono valori simili al controllo (n. specie = 31; d = 4,04). Questo fatto potrebbe suggerire che, in presenza di fanerogame, si verifica una migliore ripartizione delle risorse e dello spazio, con una diminuzione delle possibilità che una sola specie possa prevalere.

Nel terzo studio, dopo circa 3 mesi dall'esecuzione dei trapianti sperimentali di *C. nodosa*, è stato osservato un notevole incremento della macrofauna epibentonica, sia sessile che vagile (*Tedania anhelans, Hymeniacidon sanguinea, Tricellaria inopinata, Gibbula albida, Doris bicolor, Elysia viridis*, ecc.) e della flora epifita (*Hydrolithon farinosum, Radicilingua* sp.pl., *Nitophyllum punctatum, Stilophora rhizodes*, ecc.).

L'area circostante, priva di fanerogame, era caratterizzata invece da coltri di *Ulva rigida* e *Chaetomorpha* sp.pl. Successivi campionamenti, effettuati nel periodo invernale, quando *C. nodosa* si presenta con lamine fogliari estremamente ridotte (Rismondo *et al.*, 1994), non hanno consentito di evidenziare sostanziali modificazioni del popolamento macrobentonico rispetto all'area di controllo circostante.

Le diversità osservate dopo pochi mesi dal trapianto (Tab. 1) sono dunque da ritenersi collegate esclusivamente alla disponibilità di substrati per l'epifauna.

In conclusione, dalle indagini effettuate emerge l'importanza delle praterie a fanerogame marine per l'ambiente lagunare veneziano, evidenziandone la capacità di strutturare la comunità bentonica mediante la diversificazione in microhabitat.

Bibliografia

DEN HARTOG C. (1977) - Structure, function and classification in seagrass communities. In: Mc Roy C.P., Helfferich C.(eds), *Seagrass Ecosystems*, A Scientific Perspective. Marcel Dekker, New York and Basel: 89-121.

RISMONDO A., CURIEL D., MARZOCCHI M., MICHELI C. (1994) - Autoecologia e produzione di *Cymodocea nodosa* in laguna di Venezia. Importanza nel quadro del degrado morfologico lagunare. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 405-406.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 436-439

G. PROCACCINI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "A. Dohrn" - 80077 Ischia (NA), Italia.

MICROSATELLITE DNA POLYMORPHISM IN *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

POLIMORFISMO DEL DNA MICROSATELLITE IN *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

Abstract

Microsatellites are highly polymorphic loci and can have many alleles within a single population. P. oceanica *genomic libraries were screened and sixteen clones containing microsatellite sequences were identified. Each clone has several loci and different numbers of alleles per locus. Preliminary results show a low level of polymorphism in the Lacco Ameno population (Island of Ischia, Gulf of Naples) and genetic differentiation from other Mediterranean populations of* P. oceanica.

Key-words: *Posidonia oceanica,* genetic variability, sexual reproduction, microsatellite DNA.

Introduction

Successful sexual reproduction is usually correlated with long distance gene flow and genetic variability. In *Posidonia oceanica*, flowering occurs regularly and fruiting rarely in some areas of the Mediterranean Sea and long distance seed dispersal may cause occasional seedling establishment (Caye & Meinesz, 1984; Thelin & Boudouresque, 1985; Buia & Mazzella, 1991). Previous studies of *P. oceanica* population genetic variability, based on the polymorphism of multilocus minisatellite markers, have shown that within beds genetic similarity is high, indicating that sexual reproduction is not successful and that *P. oceanica* populations are essentially clonal (Procaccini & Mazzella, 1996; Procaccini *et al.*, 1996). A short report indicates some polymorphism in *P. oceanica* along the Tyrrhenian coast of Italy (Franconi *et al.*, 1995). New molecular markers, the microsatellite DNA regions, allow the detection of higher levels of polymorphism and the estimation of heterozygosity and gene flow. Microsatellite loci are DNA regions that contain variable numbers of tandemly repeated sequences 2-6 bases long. The addition or deletion of simple repeats generates new alleles. The advantage of microsatellites over other molecular markers is in (i) their high level of polymorphism, (ii) once developed, the rapidity of screening and (iii) their Mendelian inheritance as codominant markers.

Methods

Microsatellite loci were isolated from *P. oceanica* DNA libraries constructed in the following way: *Sau* 3a I digested DNA was separated on 2.0 % agarose gel and fragments between 400 and 600 bp were excised from the gel and purified with Qiaex II Gel Extraction Kit (Qiagen).

Genomic fragments were ligated into the *Bam*HI site of pBluescript KS+ plasmid (Stratagene). Desalted ligations were transformed by electroporation in *E. coli* strains (2.5 V, 25 μFD, 200 ohm). Libraries were plated and screened with four

oligonucleotides (TG/CA, AGC/GCT, ACC/GGT, AGG/CCT), selected from a previous screening of genomic DNA with 17 synthetic oligonucleotides. Of 48 positive clones sequenced, the 35% contained repetitive regions with more than four repeats.

Primers flanking the repetitive sequences were synthesized and optimal polymerase chain reaction (PCR) conditions were determined for each primer pair. One of the microsatellite regions was selected from a DNA sequence of the *trn*L (UAA) chloroplast intron (Procaccini *et al.*, in prep.).

For each pair, one of the two primers was radioactively labeled (^{32}P dATP) and a small amount of DNA was amplified in a PCR reaction, and visualized on acrylamide denaturing gel.

Variability of the microsatellite regions was tested against a panel of *P. oceanica* individuals collected in different locations in the Western Mediterranean. Collections of *P. oceanica* shoots were obtained from populations along the Mediterranean coasts of Italy, Spain and Croatia.

The sampling sites were: Lacco Ameno and San Pietro (Island of Ischia, Gulf of Naples, Italy), Gorgona island and Vada (Tuscany, Italy), Pantelleria (Sicily, Italy), Medas Islands (Catalan coasts, Spain), and Dugi-otok Island (Croatian coasts). A total of 26 individuals were analyzed with 16 to 21 being tested with each microsatellite primer. For each microsatellite the number of alleles was determined.

Results and discussion

Sixteen microsatellite regions have been identified. Fourteen primers gave only one main product of amplification of the expected molecular size. These regions are scorable as loci and are of potential use in standard genetic analysis. Eight loci appeared to be monomorphic among individuals and therefore are not informative. Six resulted to be polymorphic and capable to detect different levels of variability within and between populations.

These regions include four simple repeats (three three-nucleotide and one hepta-nucleotide) and two complex repeats (one with three-nucleotides and one with two-nucleotides). A total of 14 alleles have been identified among the six scorable microsatellite regions in the populations surveyed, the average number of alleles is 2.3 (Tab. 1).

Differences where evidentiated between different populations, with the presence of private alleles in some location.

Two repeats (*Poc*-6 and *Poc*-10; Tab. 1) are visualized as a ladder of bands. The band ladder could be the result of the amplification of multiple loci, present in the genome in various locations, due to mispairs of the primers in regions that do not necessary contain the microsatellite.

Nevertheless, analysis of genetic similarity, conducted with these primers, showed their potential use as molecular markers. A high level of genetic similarity was found between the Italian and the Spanish populations (*S*b = 0.98), while lower values were present between those and the Croatian individuals (*S*b = 0.83 and 0.84 respectively).

Preliminary results show that a degree of genetic diversity exists in the Lacco Ameno population (Tab. 1), that resulted to be genetically homogeneous in previous

Tab. 1 - Number of alleles per locus in the six single-locus informative clones, genotypes frequency distribution in the *P. oceanica* population of Lacco Ameno (Island of Ischia, Italy) and number of bands in the two multi-locus clones.
*values are referred to LA population only.

Numero di alleli per locus nei sei cloni informativi a locus unico, distribuzione delle frequenze genotipiche nella popolazione di *P. oceanica* di Lacco Ameno (Isola di Ischia, Italia) e numero di bande nei due cloni a loci multipli.
* I valori sono riferiti solo alla popolazione LA.

locus	Motif	# of alleles	# of bands	% of polymorphic bands	# of individuals*	genotypes*	frequency*
Poc-5	$(TGG)_{10}$	2			13	AA...	1.000
Poc-26	$(GCGAGGA)_4$	2			11	AA...	0.545
						BB...	0.090
						AB...	0.363
Poc-35	$(TCC)_{11}$	2			15	AA...	0.933
						AB...	0.066
Poc-42	$(TGC)_6$	2			15	AA...	0.400
						BB...	0.066
						AB...	0.571
Poc-45	$(TCC)_8(TTC)_4$	2			15	AA...	0.600
						AB...	0.400
Poc-trn	$(TA)_5TTA(TA)_8TAAA(TA)_4$	4			12	BB...	1.000
Poc-6	$(AGC)_4$		21	33			
Poc-10	$(GCA)_4$		27	33			

analyses carried out with different techniques (Procaccini & Mazzella, 1996; Procaccini *et al.*, 1996).

Genetic diversity also exists between this population and samples collected in other locations of the Mediterranean basin (Spanish and Croatian coasts).

The two Adriatic samples appear to be the more genetically distinct.

From this preliminary screening the microsatellite loci isolated from *P. oceanica* DNA appear to detect more polymorphism than other molecular markers such as minisatellites and RAPDs. This technique holds significant potential for analysis which will be devoted to the understanding of genetic diversity and gene flow within and between *P. oceanica* populations in the Mediterranean Sea.

References

BUIA M.C., MAZZELLA L. (1991) - Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers., and *Zostera noltii* Hornem. *Aquat. Bot.*, **40**: 343-362.

CAYE G., MEINESZ A. (1984) - Observations sur la floraison et la fructification de *Posidonia oceanica* dans la Baie de Villefranche et en Corse du Sud. In: Boudouresque C-F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (Eds), International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, *GIS Posidonie*, **1**: 193-201.

FRANCONI R., BARCACCIA G., PAGLIALONGA A., MICHELI C. (1995) - Investigation of genomic polymorphism in *Posidonia oceanica* plants collected in different areas of Mediterranean Sea using RAPD markers. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **34**: 29.

PROCACCINI G., MAZZELLA L. (1996) - Genetic variability and reproduction in two Mediterranean seagrasses. In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker, H. Kirkman (Eds.) *Seagrass Biology*: Proceedings of an International Workshop. Rottnest Island, Western Australia, 25-29 January 1996: 85-92.

PROCACCINI G., ALBERTE R.S., MAZZELLA L. (1996) - Genetic structure of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Western Mediterranean: ecological implications. *Marine Ecology Progress Series*, **140**: 153-160.

PROCACCINI G., ROBERTSON D.L., SMITH G.J., MAZZELLA L., ALBERTE R.S., in preparation - Non-coding regions of chloroplast DNA reveal genetic distinctions among seagrass species.

THELIN I, BOUDOURESQUE C-F (1985) - *Posidonia oceanica* flowering and fruiting: recent data from an international inquiry. *Posidonia News.*, **1** (1): 5-14.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 440-442

P. RINELLI, N. SPANÒ*

Istituto Sperimentale Talassografico - CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.
*Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Italia.

DISTRIBUZIONE DI CROSTACEI DECAPODI ED ECHINODERMI DI AMBIENTI DETRITICI INSULARI

DISTRIBUTION OF DECAPODS CRUSTACEANS AND ECHINODERMS IN INSULAR DETRITIC ENVIRONMENTS

Abstract

The results concerning the benthic macrofauna collected with samplings carried out in the detritic bottoms of Tuscan Archipelago and Pontian Islands, during 1988-1991, are reported. The results exposed in this paper are referred to 177 detritic stations. The obtained data highlighted, for both faunistic groups, defferences in the specific composition of the two archipelagoes.

Key-words: detritic environments, Crustacea Decapoda, Echinodermata.

Introduzione

Sebbene crostacei decapodi ed echinodermi abbiano un ruolo rilevante nell'assetto degli ecosistemi bentonici (Giacobbe *et. al.*, 1996), il significato bionomico di molte specie è ancora poco conosciuto o sottovalutato.

Una significativa quantità di dati è stata resa disponibile dallo svolgimento di un programma nazionale che ha investigato, in chiave bionomica, l'Arcipelago Toscano e le Isole Pontine negli anni 1988-91(Basso *et al.*, 1990).

In particolare, le ricerche hanno interessato le biocenosi detritiche del piano circalitorale e le transizioni con le biocenosi limitrofe. L'ambiente insulare è stato scelto in quanto scarsamente influenzato da consistenti apporti terrigeni.

In questa sede vengono riferiti i risultati ottenuti dai campionamenti di macrofauna bentonica, relativamente ai due gruppi citati.

Materiali e metodi

Prelievi di sedimento sono stati effettuati a bordo della N/O Minerva, con benna Van Veen modificata, avente capacità di campionamento pari a 70 dm^3 di volume e 0,25 m^2 di superficie. Dalla macrofauna vivente, ottenuta dalla setacciatura del sedimento su vaglio da 1 mm di luce netta, sono stati estratti e classificati a livello specifico i crostacei decapodi (esclusi i Natantia) e gli echinodermi.

Risultati

I risultati esposti si riferiscono complessivamente a 177 stazioni caratterizzate da sedimenti biodetritici, 133 ubicate nell'Arcipelago Pontino e 64 in quello Toscano.

Per quanto riguarda l'Arcipelago Toscano sono state riscontrate 20 specie di crostacei decapodi (11 Brachyura, 8 Anomura, 1 Macrura) e 21 di echinodermi (1 Crinoidea, 2 Holothuroidea, 9 Ophiuroidea, 9 Echinoidea). Nell' Arcipelago Pontino, il numero di specie rinvenute è stato maggiore: 32 crostacei decapodi (17 Brachyura, 12 Anomura, 3 Macrura) e 31 echinodermi (1 Crinoidea, 2

Tab. 1 - Elenco faunistico delle specie riscontrate nei due arcipelaghi. (DC: Detritico Costiero; DE: Detritico Infangato; DL: Detritico del Largo; DC-DE-DL: Fondi biodetritici misti; DC-SGCF: Transizione Detritico Costiero-Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l'influenza delle Correnti di Fondo).

Faunistic list of the species collected in the two archipelagoes. (DC: Coastal Detritic; DE: Muddy Detritic Bottoms; DL: Shelf-edge Detritic; DC-DE-DL: Mixed biodetritic bottoms; DC-SGCF: Coastal Detritic-Coarse Sand and Fine Gravel under Bottom Currents transition).

	Pontino	Toscano
	Biocenosi	Biocenosi
CROSTACEI DECAPODI		
Axius stirhynchus LEACH, 1815	DC-SGCF	DE
Callianassa subterranea (MONTAGU, 1808)	DC	-
Upogebia pusilla (PETAGNA, 1792)	DC-DE-DL	-
Paguristes eremita (L., 1767)	DC	-
Clibanarius erythropus (LATREILLE,1818)	DC	-
Dardanus arrosor (HERBST, 1796)	DC	DC
Anapagurus petiti DECHANCE' E FOREST, 1962	DC-SGCF	-
Anapagurus laevis (BELL, 1846)	DC; DE; DC-DE-DL	DE
Pagurus alatus FABRICIUS,1775	DC; DC-SGCF	-
Pagurus prideaux LEACH, 1815	DC	DC
Pagurus bernhardus (L., 1758)	DC	-
Pagurus anachoretus RISSO, 1827	DC-SGCF	DC
Pagurus cuanensis BELL, 1846	DC	-
Pagurus sculptimanus LUCAS, 1846	-	DC
Galathea strigosa (L., 1767)	-	DC; DC-DE-DL; DC-SGCF
Galathea squamifera LEACH, 1814	-	DC-DE-DL
Galathea bolivari ZARIQUIEY ALVAREZ	DC; DC-SGCF	-
Galathea intermedia LILLJEBORG, 1851	DC	DC; DC-DE-DL
Ethusa mascarone (HERBST,1785)	-	DC
Ebalia tuberosa (PENNANT, 1777)	DC	DC-DE-DL
Ebalia cranchi LEACH, 1817	DL	-
Ebalia granulosa H. MILNE EDWARDS, 1837	DC;DL	-
Ebalia edwardsi COSTA, 1838	DC; DC-SGCF	-
Homola barbata (FABRICIUS, 1793)	-	DC-DE-DL
Thia scutellata (FABRICIUS, 1793)	DC-SGCF	-
Bathynectes longipes (RISSO, 1816)	DC-SGCF	-
Liocarcinus zanquieyi GORDON, 1968	DC	DL; DC-DE-DL
Liocarcinus pusillus (LEACH, 1815)	DC	-
Liocarcinus corrugatus (PENNANT, 1777)	DL; DC-SGCF	-
Xantho pilipes A. MILNE EDWARDS, 1867	DC; DC-SGCF	DE; DL; DC-DE-DL
Xantho poressa (OLIVI, 1792)	DC	-
Xantho incisus (LEACH, 1814)	DC	DC-DE-DL
Monodaeus couchi (COUCH, 1851)	-	DC-DE-DL; DC-SGCF
Goneplax rhomboides (L., 1758)	-	DE
Parthenope massena (ROUX, 1830)	DC	DC; DC-DE-DL
Eurynome aspera (PENNANT, 1777)	DC-SGCF	DC-DE-DL; DC-SGCF
Lissa chiragra (FABRICIUS, 1775)		DC-DE-DL
Pisa nodipes (LEACH, 1815)	DC	-
Inachus dorsettensis (PENNANT, 1777)	DC	-
Inachus thoracicus (ROUX, 1830)	DC; DC-SGCF	-
ECHINODERMI		
Leptometra phalangium (J.MULLER, 1841)	DC	DC; DL
Holothuria tubulosa GMELIN, 1788	DC	-
Trachythyone tergestina (M.SARS, 1857)	-	DC-DE-DL
Molpadia musculus RISSO, 1826	-	DC
Labidoplax digitata (MONTAGU, 1815)	DC	-
Astropecten aranciacus (L., 1758)	DC-SGCF	-
Luidia sarsi DUBEN-KOREN, 1846	DE	-
Echinaster sepositus (RETZIUS, 1783)	DC	-
Ophiomyxa pentagona (LAMARCK, 1816)	DC	DC
Amphiura chiajei FORBES, 1843	DC; DL; DC-DE-DL	DC; DE; DL;DC-SGCF
Amphiura mediterranea LYMAN, 1882	DC	-
Amphiura apicula CHERBONNIER, 1957	DE	-
Amphiura securigera (DUBEN-KOREN, 1846)	DC	-
Amphiura filiformis (O.F. MULLER, 1772)	DC; DE; DL;DC-SGCF	DC; DE; DL;DC-SGCF
Amphipholis squamata (DELLE CHIAJE, 1828	-	DC; DL; DC-SGCF
Acrocnida brachiata (MONTAGU, 1804)	-	DC; DE; DC-DE-DL
Ophiothrix fragilis (ABILDGAARD, 1789)	DC	DC-DE-DL
Ophiopsila aranea FORBES, 1843	DC; DC-SGCF	DC; DC-DE-DL
Ophiopsila annulosa (M. SARS, 1857)	DC, DC-DE-DL;DC-SGCF	-
Ophioderma longicaudum (RETZIUS, 1805)	DC-DE	-
Ophioconis forbesi (HELLER, 1863)	DC; DE, DC-DE-DL	DC-DE-DL
Ophiura albida FORBES, 1839	DC; DE; DL; DC-SGCF	DC;DE;DL;DC-SGCF
Cidaris cidaris (L., 1758)	-	DC
Genocidaris maculata A. AGASSIZ, 1869	DC	DC
Sphaerechinus granularis (LAMARCK, 1816)	DC; DE; DC-SGCF	-
Echinus acutus LAMARCK, 1816	DC	-
Psammechinus microtuberculatus BLAINVILLE, 1825	DC	-
Echinocyamus pusillus (O.F. MULLER, 1776)	DC; DL; DC-DE-DL	DC
Spatangus purpureus (O.F. MULLER, 1776)	DC; DC-SGCF	DC; DL; DC-SGCF
Spatangus inermis MORTENSEN, 1913	DC-SGCF	DC; DL
Echinocardium cordatum (PENNANT, 1777)	DC	DC
Echinocardium mediterraneum (FORBES, 1844)	DE; DC-DE-DL; DC-SGCF	-
Echinocardium mortenseni THIERY, 1909	DC; DL; DC-DE-DL	DC; DL; DC-DE-DL
Schizaster canaliferus (LAMARCK, 1816)	DC; DE; DL; DC-DE-DL	DC; DE; DC-DE-DL
Brissopsis lyrifera (FORBES, 1841)	-	DE
Brissopsis atlantica mediterranea MORTENSEN,1913	DC; DC-SGCF	-
Brissus unicolor (LESKE, 1778)	DC	-

Holothuroidea, 3 Asteroidea, 12 Ophiuroidea, 13 Echinoidea). L'elenco faunistico completo è riportato in tabella 1. I dati ottenuti hanno evidenziato per entrambi i gruppi faunistici, differenze fra i due arcipelaghi sia nella composizione specifica che nella frequenza dei ritrovamenti. In particolare, per quanto riguarda l'echinofauna, le specie di maggior interesse sono *Amphiura securigera* (Duben-Koren, 1846), da noi riscontrata a 70 m di profondità a Ventotene e precedentemente segnalata per il Mediterraneo da Guille (1972), Zavodnik (1973) ed Albertelli e Cattaneo (1983), e *Ophioconis forbesi* (Heller, 1863), presente in entrambi gli arcipelaghi, poco nota nel Mediterraneo e specie caratteristica esclusiva della Biocenosi del Detritico Costiero (DC, Pèrés e Picard, 1964). Per quanto riguarda i crostacei decapodi, i dati ottenuti confermano per le specie appartenenti al genere *Ebalia* (Tab. 1) il significato bionomico (caratteristiche esclusive o preferenziali di ambienti detritici) descritto da Pérès e Picard, 1964. Altre specie invece, quali *Ethusa mascarone* (Herbst, 1785), *Xantho pilipes* A. Milne Edwards, 1867, *Xantho poressa* (Olivi, 1792) e *Parthenope massena* (Roux, 1830), fino ad oggi senza un preciso significato bionomico, devono essere a nostro parere, quanto meno considerate specie psefofile e quindi prevalentemente legate agli ambienti detritici.

Conclusioni

Dall'analisi bionomica delle specie riscontrate risulta evidente che la gran parte di esse sono coerenti con gli ambienti detritici indagati, sia in quanto ad affinità con il substrato, sia in senso più ampiamente bionomico. Inoltre, per quanto riguarda l'affinità con il substrato, la maggior parte delle specie risulta legata a sedimenti a tessitura grossolana. Tuttavia gli echinodermi, meno vagili dei crostacei decapodi, assumono un ruolo più chiaro in termini di descrizione bionomica. Al contrario, le specie della carcinofauna forniscono informazioni più dettagliate sui fattori edafici che caratterizzano localmente i vari biotopi.

Bibliografia

ALBERTELLI G., CATTANEO M. (1983) - Contributi agli studi della piattaforma continentale del Mar Ligure ed Alto Tirreno. 3. Analisi faunistico-bionomica del macrobenthos in 4 zone campione. *Atti IV Congresso AIOL, Chiavari 1-3/12/80*, (**14**): 1-12.

BASSO D., CORSELLI C., GIACOBBE S. (1990) - Processi Tafonomici e sedimentari sulla piattaforma continentale del Mediterraneo. Arcipelago Toscano: Rapporto sui risultati delle crociere oceanografiche della N/O MINERVA, Giugno-luglio, 1988; dicembre, 1988. *"Rapporti 4" Dip. Biol. Animal. Ecol. Mar.*: 1-40.

GIACOBBE S., RINELLI P., SPANO' N. (1996) - Echinodermi e crostacei decapodi in fondi mobili litorali del versante calabro dello Stretto di Messina. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 72-77.

GUILLE A. (1972) - Ophiures nouvelles ou inconnues de Méditerranée: *Amphiura cherbonnieri* sp.nov. et *Amphiura securigera* (Duben-Koren). *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris*, 3 sér., 81, Zoologie **60**: 925-933.

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Noveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **31**: 1-137.

SPANO' N., (1992) - Contributo alla conoscenza della bionomia bentonica dei crostacei decapodi della piattaforme continentale in Metiterraneo. *Tesi Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali: Ambiente marino e risorse, IV ciclo:* 1-500 pp.

SPANO' N. (1994) - Dati preliminari sulla fauna carcinologica di ambienti detritici insulari: Arcipelago Toscano ed Isole Pontine. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 357-358.

ZAVODNIK D. (1973) - Sur la présence d'*Amphiura (Ophiopeltis) securigera* (Dub. Kor.) (Echinodermata Ophiuroidea) dans l'Adriatique du Nord. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, **21**, (9): 595-596, 1 fig.

Lavoro eseguito con il contributo del M.U.R.S.T. 40%, nell'ambito del programma nazionale TSM: Processi Tefonomici e Sedimentari della Piattaforma Continentale del Mediterraneo.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 443-444

R. Rizzello, G. Corriero, L. Scalera Liaci, R. Pronzato*

Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70126 Bari, Italia.
*Ist.di Zoologia, Università di Genova, Italia.

ESTINZIONE E RICOLONIZZAZIONE DI *SPONGIA OFFICINALIS* NELLO STAGNONE DI MARSALA

EXTINCTION AND RECOLONIZATION OF *SPONGIA OFFICINALIS* IN THE MARSALA LAGOON

Abstract

A long-term investigation (1986-1995) was carried out on a population of Spongia officinalis (*Porifera, Demospongiae*) *from the Marsala Lagoon (North-Western Sicily). In 1987 the population was affected by a severe epidemic determining the complete disappearance of the species over a five years period. The following recolonization process seems to tend to a complete restoration of the population.*

Key-words: Porifera, Mediterranean Sea, Population dynamics, Disease.

Introduzione

Le conoscenze scientifiche sulla consistenza e distribuzione dei banchi di spugne commerciali delle coste italiane sono molto limitate. Ciò appare tanto più grave se si considera che oltre al costante depauperamento dovuto all'attività di prelievo, le popolazioni di spugne commerciali mediterranee hanno subito un recente drastico impoverimento a causa di una grave epidemia (Gaino e Pronzato, 1989; Pronzato e Gaino, 1991).

L'epidemia ha avuto una forte incidenza anche sulla popolazione di *Spongia officinalis* L., 1758 presente nello Stagnone di Marsala (Sicilia Nord-Occidentale).

In questa ricerca è stato seguito il processo di ricolonizzazione dell'ambiente dopo l'estinzione della popolazione.

Materiali e metodi

Nel bacino meridionale dello Stagnone sono state dislocate dieci coppie di stazioni contigue dell'estensione di 10 m^2 ciascuna. Una prima serie di stazioni è stata utilizzata per la stima della densità di popolazione mediante conteggio in situ; dalle stazioni contigue sono stati, invece, prelevati gli esemplari per la stima delle taglie (volume).

Le osservazioni, iniziate nel 1986, sono tuttora in corso. I campionamenti sono stati effettuati con frequenza annuale.

Risultati

Prima del manifestarsi dell'epidemia (1986) la popolazione di *S. officinalis* presentava una densità media di 0,6 esemplari/m^2 ed una taglia media (volume) di 319 ml (Tab. 1).

La popolazione non mostrava alcun segno della malattia. All'inizio dell'anno 1987 la popolazione è stata colpita dall'epidemia che ne ha determinato la scomparsa in tutta la laguna.

Tab. 1 - Variation of mean size and mean density values in *Spongia officinalis* from the Marsala Lagoon.

Variazione dei valori di taglia media e densità nella popolazione di *Spongia officinalis* dello Stagnone di Marsala.

ANNO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Taglia (ml)	319	0	0	0	0	0	41,7	48,8	61,8	140,4
Densità(es/m)	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,7	1

Piccoli esemplari di *S. officinalis* (volume medio = 41,7 ml) sono ricomparsi nel 1992, con valori di densità media pari a 0,2 esemplari/m^2. Nell'anno 1993 i valori di densità e taglia media non mostravano rilevanti differenze rispetto all'anno precedente.

A partire dal 1994 si è verificato un consistente aumento della densità (0,7 esemplari/m^2) e della taglia media della popolazione (61,8 ml). Nel 1995, a distanza di quasi quattro anni dalla sua ricomparsa, la popolazione di *S. officinalis* mostrava valori di densità di 1 esemplare/m^2 ed una taglia media di 140,4 ml (Tab. 1).

Discussione

La completa scomparsa della popolazione studiata, in seguito ad una devastante epidemia, è un dato piuttosto anomalo. *S. officinalis*, infatti, è normalmente in grado di fronteggiare la malattia grazie alla capacità rigenerativa dei singoli esemplari (Gaino *et al.*, 1992). I dati rilevati nello Stagnone di Marsala evidenziano ancora una volta la particolare "vulnerabilità" degli ambienti confinati.

Gli studi sui fenomeni di ricolonizzazione da parte dei Poriferi sono molto pochi e sembrano indicare la tendenza al ripristino delle condizioni iniziali pur con differenze nella densità e dimensioni degli esemplari (Manconi e Pronzato, 1995). L'andamento del processo di ricolonizzazione osservato nella popolazione di *S. officinalis* dello Stagnone di Marsala sembrerebbe confermare questo dato. Il lungo lasso di tempo intercorso tra l'estinzione e la ricolonizzazione (circa cinque anni) sembrerebbe indicare la difficoltà di un apporto larvale dall'esterno.

Appare interessante, infine, anche in considerazione di eventuali fini applicativi nel campo della spongicoltura, la notevole velocità di accrescimento delle spugne, almeno per quanto riguarda la fase iniziale. Tale dato assume particolare significato in quanto rilevato in ambiente naturale.

Bibliografia

GAINO E., PRONZATO R. (1989) - Ultrastructural evidence of bacterial damage to *Spongia officinalis* (Porifera, Demospongiae). *Dis. Aquat. Org.*, **6**: 67-74.

GAINO E., PRONZATO R., CORRIERO G., BUFFA P. (1992) - Mortality of commercial sponges: Incidence in two Mediterranean areas. *Boll. Zool.*, **59**: 79-85.

MANCONI R., PRONZATO R. (1995) - Long-term dynamics of a freshwater sponge population. *Freshwater Biol.*, **33**: 485-495.

PRONZATO R., GAINO E. (1991) - La malattia delle spugne commerciali: considerazioni storico-economiche. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **55**: 17-25.

Lavoro eseguito con contributi M.U.R.S.T. 40% e 60%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 445-448

F. Rossi, L. Rizzi*, C. Lardicci*

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena, Via Università, 4 - 41100 Modena, Italia.
*DSAT, Università di Pisa, Italia.

STRUTTURA DELLE COMUNITÀ BENTONICHE DI FONDO MOLLE DELLA LAGUNA DI ORBETELLO DOPO ESTESE CRISI DISTROFICHE

MACROZOOBENTHIC COMMUNITY STRUCTURE IN ORBETELLO LAGOON AFTER A DISTROPHIC CRISIS

Abstract

The macrozoobenthic assemblages of the Orbetello lagoon were studied in 1994 in order to describe the macrozoobenthic community structure after the dystrophic crisis of previous years. The results gave evidence of a severe environmental stress and it was quite difficult to assess when or whether the drastic observed changes will be reversible.

Key-words: benthic communities, coastal lagoon, Western Mediterranean.

Introduzione

La laguna di Orbetello alla fine degli anni settanta presentava comunità biologiche con una elevata ricchezza specifica inusuale negli ambienti salmastri per la notevole eterogeneità degli habitat (Cognetti *et al.*, 1978).

Negli ultimi 15 anni il progressivo aumento degli scarichi in laguna ha comportato un incremento del grado di eutrofizzazione testimoniato, nel 1992 e nel 1993, dal verificarsi di massicce fioriture macroalgali seguite da crisi distrofiche e da morie estese (Bombelli e Lenzi, 1995). Lo scopo del presente lavoro è stato quello di descrivere le comunità macrozoobentoniche della laguna nel 1994 per determinarne la situazione ecologica e per fornire una base per eventuali interventi di risanamento.

Materiali e metodi

Nell'area lagunare sono state collocate 9 stazioni (Fig. 1); i campionamenti sono stati effettuati nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre con un box-corer avente un'area di presa di 225 cm^2. In ogni stazione sono stati fatti quattro prelievi (3 per il materiale zoobentonico ed 1 per determinare la granulometria del sedimento ed il contenuto in sostanza organica), inoltre durante il campionamento sono stati misurati i valori di salinità, temperatura e di ossigeno sul fondo. I campioni di zoobenthos sono stati successivamente filtrati a 0.5 mm e fissati in formalina al 5%.

I dati di abbondanza delle specie sono stati elaborati con l'analisi fattoriale delle corrispondenze (CA), considerando le medie tra le tre repliche.

La relazione fra il modello di ordinamento ottenuto e i parametri chimico-fisici misurati è stata valutata con un'analisi di correlazione tra i valori dei parametri abiotici e le coordinate dei punti stazione dei primi due assi della CA.

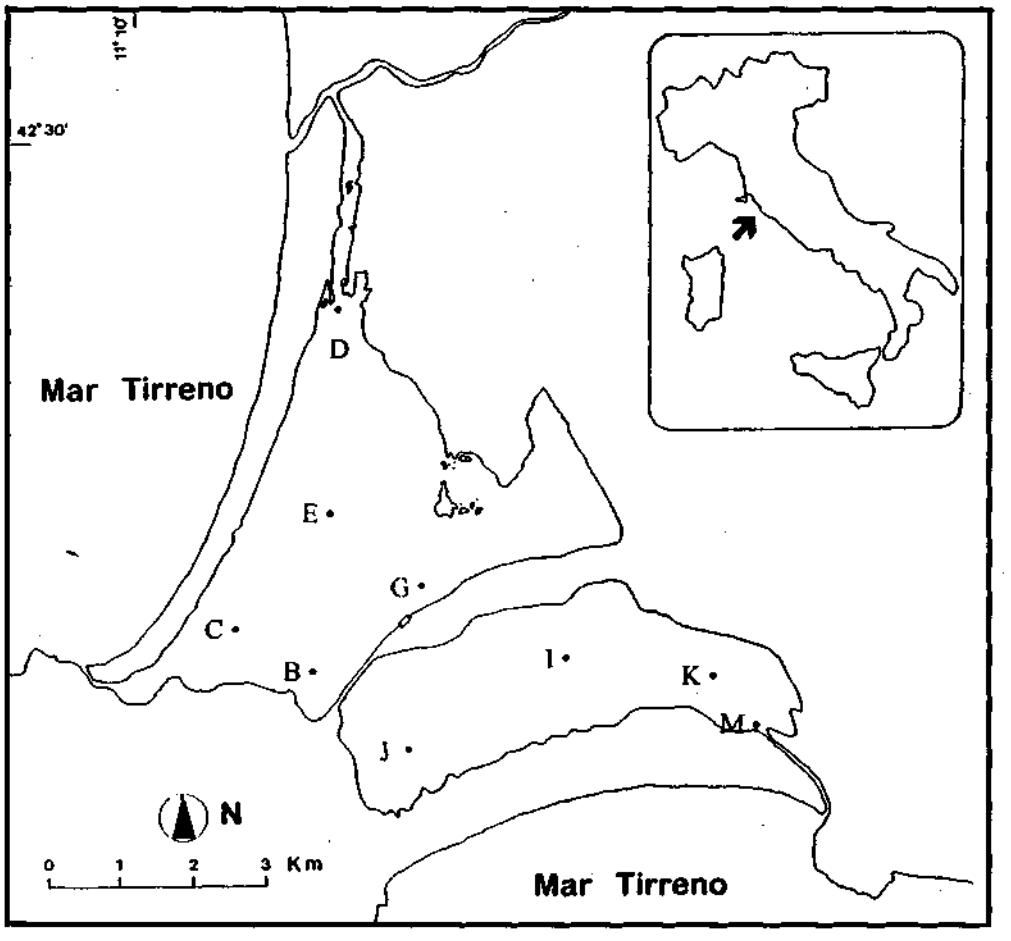


Fig. 1 - Stazioni di campionamento.
Sampling stations.

Risultati

Sono state raccolti complessivamente 15.332 individui e 70 specie di cui solo 19 costituivano il 95% dell'abbondanza totale. Questo gruppo era costituito da specie tipiche di ambienti salmastri come *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, *Ventrosia ventrosa*, *Chironomus salinarius*, *Corophium insidiosum*, da specie cosi dette opportuniste ed indicatrici di arricchimento organico come *Capitella* cfr. *capitata*, *Malacoceros fuliginosus*, *Neanthes caudata* e *Peloscolex* sp. e da *Microdeutopus gryllotalpa* e *Brachidontes minimus* legate rispettivamente al ricoprimento algale e al detrito organogeno.

Le stazioni di bocca (M e D) lungo il primo asse della CA si sono localizzate in opposizione ad un gruppo di stazioni di settembre (B,G,J e K) e di marzo (K). Inoltre i punti-stazione di Dicembre sono risultati essere molto più vicini ai punti-stazione delle bocche rispetto a quelli degli altri periodi di campionamento, per processi di ricolonizzazione dovuti probabilmente a condizioni ambientali più favorevoli (soprattutto livelli di ossigeno più alti) dopo la crisi estiva (Fig. 2a). La distribuzione dei punti-specie ha evidenziato la presenza di un maggior numero di taxa nella parte dell'ordinamento corrispondente alle aree di bocca, con una maggioranza di specie opportuniste e la presenza di poche specie di molluschi e chironomidi nella porzione positiva (Fig. 2b).

Il I asse, il maggior fattore di ordinamento del sistema, è risultato altamente correlato ($p < 0.01$) con l'ossigeno misurato durante una crisi distrofica nell'estate 1993 (ossigeno minimo) e la sostanza organica (contenuto medio) mentre il II asse correlato ($p < 0.05$) con la salinità (Tab. 1).

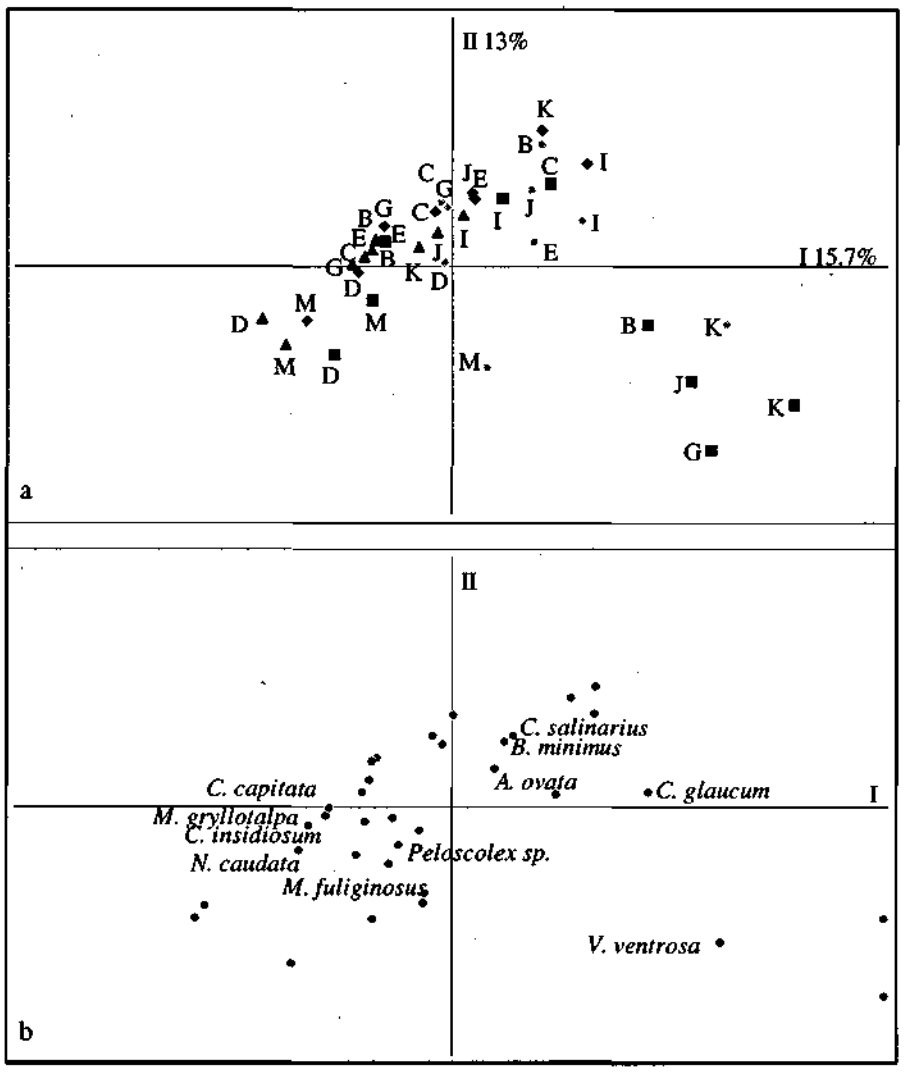


Fig. 2 - Modelli di ordinamento (CA):
a) Punti-stazione sul piano dei primi due assi, entrambi significativi. ⊕=Marzo; ◆=Giugno; ■ =Settembre; ▲=Dicembre.
b) Punti-specie. Sono indicate le 11 specie più abbondanti (v. testo)

Ordination models of the first two axes of CA:
a) Station-points. ⊕ =March; ◆=June; ■ =September; ▲=December.
b) Species-points. The most abundant species are reported (see text).

Discussione e conclusioni

I popolamenti zoobentonici della Laguna di Orbetello sono stati chiaramente influenzati in questi ultimi anni dall'alternanza di estese fioriture macroalgali con severe crisi anossiche che hanno portato ad una notevole rarefazione di specie soprattutto di origine marina (Rossi e Lardicci, 1996).

La distribuzione degli organismi nelle varie aree della laguna appare, sulla base delle analisi condotte, legata ai livelli di ossigeno e di sostanza organica che possono essere considerati come descrittori del livello trofico del sistema. Il modello di ordinamento della CA ha evidenziato anche notevoli fluttuazioni temporali soprattutto di alcune stazioni come G (situata nei pressi dello scarico del depuratore) o K e J (caratterizzate da estese fioriture algali) dovuti probabilmente a eventi di ricolonizzazione imprevedibili.

La drastica riduzione dei policheti, persino delle specie così dette opportuniste raccolte prevalentemente nelle aree di bocca, è da considerarsi un evento inusuale in ambienti arricchiti di sostanza organica e può essere interpretato come una evidente riduzione nella capacità di resilienza dei popolamenti, caratteristica ben nota delle comunità di ambienti imprevedibili (Levin, 1984), nonostante il moderato

Tab. 1 - Coefficienti di correlazione fra i parametri ambientali e le coordinate dei punti stazione relativi alla CA.
Ossigeno minimo=ossigeno misurato durante la crisi distrofica dell'estate 1993.

Correlation coefficients between environmental variables and station-points co-ordinates from the first two axes of CA.
Minimum oxygen=oxygen measured during a dystrophic crises in summer 1993.

Parametri ambientali	Asse 1	Asse 2
temperatura	0.37*	-0.16
ossigeno	0.13	0.16
ossigeno minimo	-0.57***	-0.31
salinità	-0.06	-0.35*
sostanza organica	-0.17	0.21
sostanza organica media	0.51**	0.33
granulometria	0.05	-0.02

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001.

recupero osservato in dicembre. La Laguna di Orbetello deve essere considerata in uno stato di severo stress ambientale ed è abbastanza difficile poter prevedere il completo recupero di questo ambiente dopo i drastici cambiamenti della situazione ecologica di questi ultimi anni, anche quando sarà completato il piano di risanamento (eliminazione completa degli scarichi, miglioramento della circolazione idrodinamica, attività di dragaggio) pianificato alla fine del 1994.

Bibliografia

BOMBELLI V., LENZI M. (1995) - Evoluzione del sistema laguno-costiero di Orbetello, rapporto tra eutrofizzazione, struttura dei popolamenti e produttività. *Biol. Mar. Medit.,* **2**: 31-36.

COGNETTI G., DE ANGELIS C.M., ORLANDO E., BONVICINI PAGLIAI A. M., COGNETTI VARRIALE A.M., CREMA R., MARI M., MAURI M., TONGIORNI P., ZUNARELLI VANDINI R. (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. Situazione ecologica ed ittiologica. *Ing. Amb.,* **7**: 312-406.

LEVIN L. A. (1984) - Life history and dispersal patterns in a dense infaunal polychaete assemblages: community structure and response to disturbance. *Ecology,* **65**: 1185-1200.

ROSSI F., LARDICCI C. (1996) - Evoluzione delle comunità zoobentoniche di fondo molle della Laguna di Orbetello: variazione nella composizione specifica. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, B, **102** (in stampa).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 449-451

G. Rossi, L.G. Gatti, V. Gaiani, E.A. Fano

Dip. di Biologia, sez. di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara
Via Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

IMPORTANZA DELL'ARCHITETTURA MACROALGALE NELLE RELAZIONI PREDA-PREDATORE IN AMBIENTE LAGUNARE

IMPORTANCE OF MACROALGAL SHAPE ON PREY-PREDATION RELATIONSHIPS IN LAGOON

Abstract

Habitat choice of Gammarus insensibilis *and* Corophium insidiosum *under predation and no predation conditions was investigated in a laboratory experiment. The two epifaunal species seems to prefere the wide shape for refuge from predation.*

Key-words: habitat choice, macroalgal shape, epifauna.

Introduzione

La distribuzione dell'epifauna sembra essere condizionata dalla struttura spaziale algale (Edgar e Robertson, 1992) in relazione alla possibilità di rifugio offerta dalle varie tipologie architettoniche in presenza di predazione (Stoner, 1980).

Lo scopo del lavoro è stato quello di valutare l'importanza della struttura fisica dell'habitat, come rifugio dalla predazione, per due specie macrozoobentoniche associate alle coperture algali e comuni in ambienti lagunari.

Materiali e metodi

Sono stati allestiti acquari contenenti *Ulva rigida* e *Gracilaria verrucosa* ed acquari contenenti substrati inerti di forma simile alle due alghe considerate. 10 esemplari di *Gammarus insensibilis* e 10 esemplari di *Corophium insidiosum* sono stati immessi in ciascun acquario. In 5 repliche è stato aggiunto come predatore 1 *Palaemon elegans*, altre 5 repliche erano approntate in assenza di predazione. I dati ottenuti dopo 1,2,4,7 giorni di esposizione al predatore sono stati confrontati con i risultati dei controlli senza predazione (χ^2-test).

Risultati

I dati sono espressi in termini di abbondanza relativa percentuale. Sui substrati algali la distribuzione di *Gammarus insensibilis* è sempre significativamente diversa in presenza del predatore (Fig. 1a, b, c, d). La percentule di animali liberi non supera mai il valore di 10% (Fig. 1a, d) e quella degli animali associati ai substrati offerti aumenta sensibilmente. Al 1° giorno di esposizione al predatore il 59% degli esemplari di *Gammarus* è stato trovato su *Gracilaria,* questo valore diminuisce nel tempo perchè aumenta quello degli animali su *Ulva* fino a 68% del 7° giorno. Sui substrati inerti la distrbuzione è significativamente differente negli acquari con o senza predatore, solo a partire dal 2°giorno. Nel caso del *Corophium*

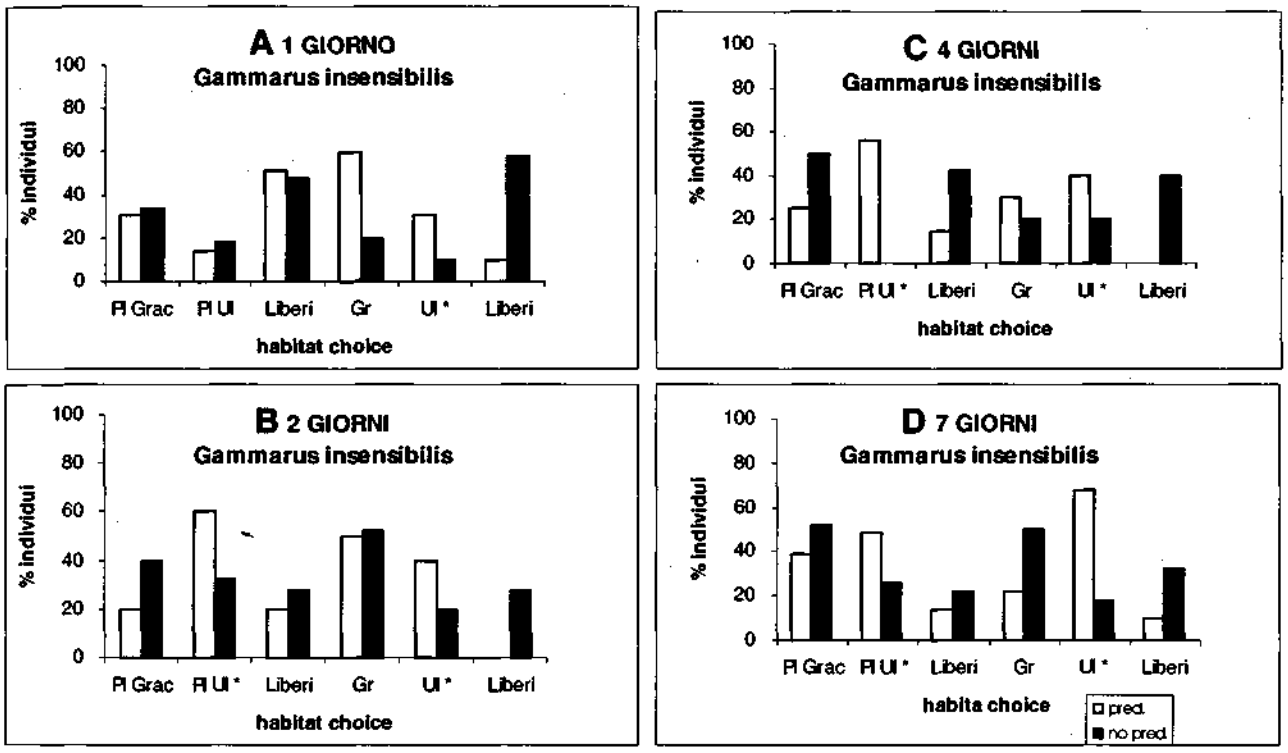


Fig. 1 - Abbondanza relativa in percentuale di *Gammarus insensibilis* sui substrati.
Relative percent abundance of *Gammarus insensibilis* on the substrates.

insidiosum l'analisi statistica ha evidenziato differenze dopo 1 solo giorno sui substrati naturali,dopo 2 anche su quelli artificiali e dopo 4 solo su quelli artificiali (Fig. 2a, b, c, d). Sia sui substrati inerti che su quelli naturali, negli acquari con il predatore, la più alta abbondanza percentuale di *Corophium* è stata registrata sul substrato a tallo espanso.

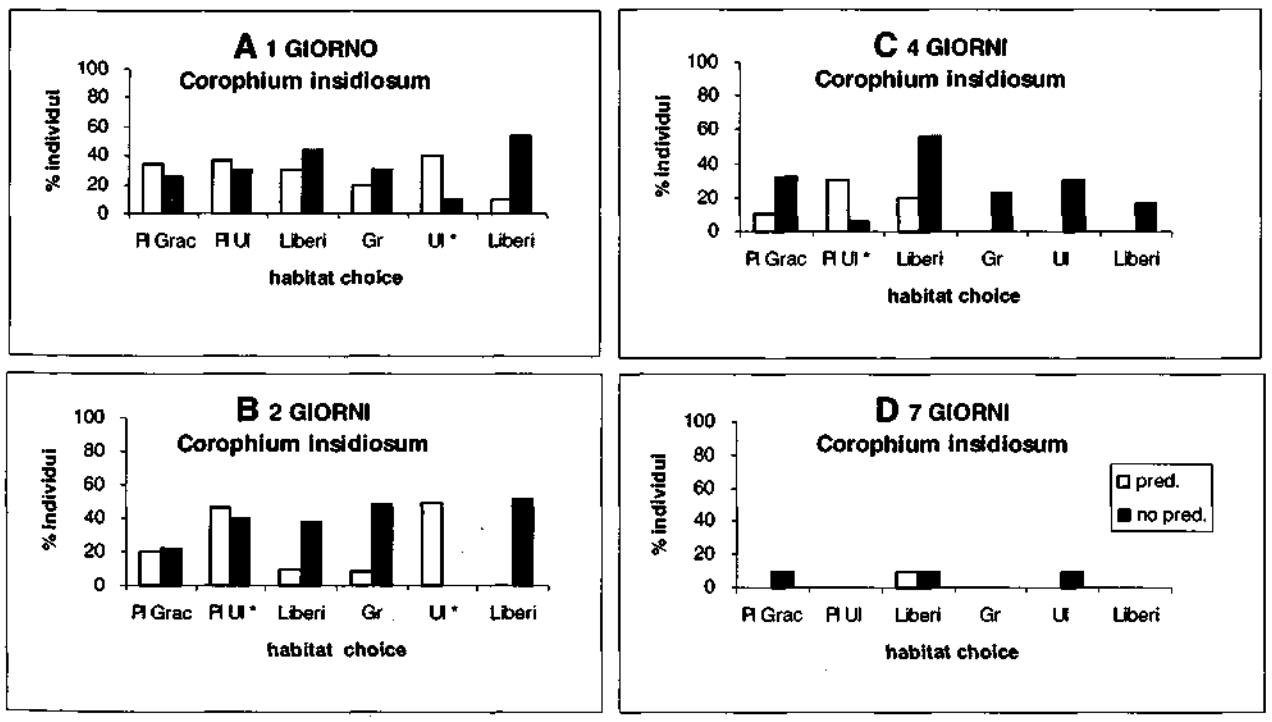


Fig. 2 - Abbondanza relativa in percentuale di *Corophium insidiosum* sui substrati.
Relative percent abundance of *Corophium insidiosum* on the substrates.

LEGENDA:
Pl Grac = plastic like *Gracilaria*
Pl Ul = plastic like *Ulva*
Gr = *Gracilaria verrucosa*
Ul = *Ulva rigida*

Discussione e conclusioni

Dai risultati ottenuti appare chiaro come la presenza del predatore, negli acquari contenenti le macroalghe naturali, abbassi significativamente la percentuale di individui liberi di entrambe le specie considerate e li spinga ad associarsi al substrato. Quando il predatore migliora la sua efficienza entrambe le specie scelgono *Ulva rigida,* sebbene *Corophium insidiosum* preferisca questo substrato sin dal primo giorno (Fig. 2a). Il particolare comportamento di quest'ultimo è forse da attribuire alla minore mobilità della specie e alla conseguente maggiore vulnerabilità. Sui substrati inerti il substrato a tallo espanso è preferito nettamente solo dopo 2 e 4 giorni di esposizione al predatore probabilmente perchè il *Palaemon elegans,* prelevato in natura, ha bisogno di maggior tempo per adattarsi al nuovo tipo di substrato. La forma a tallo espanso, preferita in presenza di predatore, offre probabilmente maggior protezione alle possibili prede poichè, stratificandosi in acqua, è praticamente inacessibile al *P. elegans.* Questi risultati sono in perfetto accordo con quelli ottenuti in esperimenti in laboratorio (Schneider e Mann, 1991) e in natura (Virstein e Curran, 1986) mentre sembrano divergere dalle conclusioni di Lewis (1987). Infatti nel nostro caso l'architettura influisce in modo significativo sulla distribuzione delle specie agendo da regolatore degli eventi predatori.

Bibliografia

EDGARD G.J., ROBERTSON A.I. (1992) - The influence of seagrass structure on the distribution and abundance of mobile epifauna: pattern and processing in a Western Australian Amphibolis bed. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* **160**: 13-31.

LEWIS F.G. (1987) - Crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee Bay, Florida, USA. *Mar. Biol.*, **94**: 219-229.

SCHNEIDER F.I., MANN K.H. (1991) - Species specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. II.Experiments on the importance of macrophyte shape, epiphyte cover and predation. *J. Exp. Biol. Ecol.,* **145**: 119-139.

STONER A.W. (1980) - Abundance, reproductive seasonality and habitat preference of amphipod crustaceans in seagrass meadows of Apalachee bay, Florida. *Contr. mar. Sci.*, **23**: 63-77.

VIRNSTEIN R.W., CURRAN M.C. (1986) - Colonization of artificial seagrass versus time and distance from source. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* **29**: 279-288.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 452-455

P. Tomassetti, M. Tosti*, A. De Santis

Oceansismica S.p.A., Via Salvatore Gasbarra, 53 - 00126 Roma, Italia.
*Eureko s.c.r.l. - Roma, Italia.

DISTRIBUZIONE DI *CORBULA GIBBA* (OLIVI) (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN DUE ZONE DELL'ALTO ADRIATICO IN RELAZIONE CON ALCUNI PARAMETRI FISICO-CHIMICI

DISTRIBUTION OF *CORBULA GIBBA* (OLIVI) (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN TWO AREAS OF THE NORTHERN ADRIATIC SEA RELATED TO SOME PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS

Abstract

The caracteristics of distribution of Corbula gibba *in two areas of Northern Adriatic Sea are described and discussed in relation to the different environmental factors of two areas.* Corbula gibba *is among the dominant species where the physical-chemical and sedimentary parameters show large changements.*

Key-words: *Corbula gibba*, Northern Adriatic, soft bottom.

Introduzione

L'AGIP promuove da anni una serie di iniziative per la comprensione delle interazioni esistenti tra le attività petrolifere off-shore e l'ambiente nel quale si svolgono.

La presente ricerca è inserita in un più ampio ambito di programmi avente come scopo lo Studio dell'Impatto Ambientale in vista dell'installazione di strutture di perforazione e produzione nell'Adriatico Settentrionale. Nel presente lavoro è stata studiata la distribuzione del mollusco bivalve *Corbula gibba* in quanto risulta utile alla comprensione dei processi di aree caratterizzate da un irregolare idrodinamismo che influenza i ritmi della sedimentazione di materiali organici ed inorganici, come avviene nell'Alto Adriatico.

Materiali e metodi

I campioni sono stati prelevati nel marzo-aprile 1995, in due aree ubicate rispettivamente di fronte al Delta del Po ed a sud di esso (da Ravenna a Rimini) per un totale di 37 stazioni (Fig. 1): 19 nella zona nord, con profondità da 28 a 36 m e distanti dalla costa da 20,6 a 31,2 Km; 18 nella zona sud da 5 a 23 m, da 1,2 a 20 Km dalla costa. Per il prelievo dei campioni sono stati usati: una benna Van Veen con area di presa pari a 0,1 m^2 ed una capacità di 25 litri (2 repliche per stazione) per il popolamento macrobentonico; un Box-Corer per la determinazione della granulometria e l'analisi chimica.

I parametri fisico-chimici della colonna d'acqua sono stati misurati con un profilatore elettronico SBE 19.

La torbidità dell'acqua è stata misurata attraverso Disco di Secchi. L'analisi granulometrica è stata effettuata tramite vagliatura su 9 setacci da 2 mm a 2μm (Angelucci, 1989). La tabella 1 mostra i valori medi dei parametri in quanto ben rappresentano la situazione delle due aree.

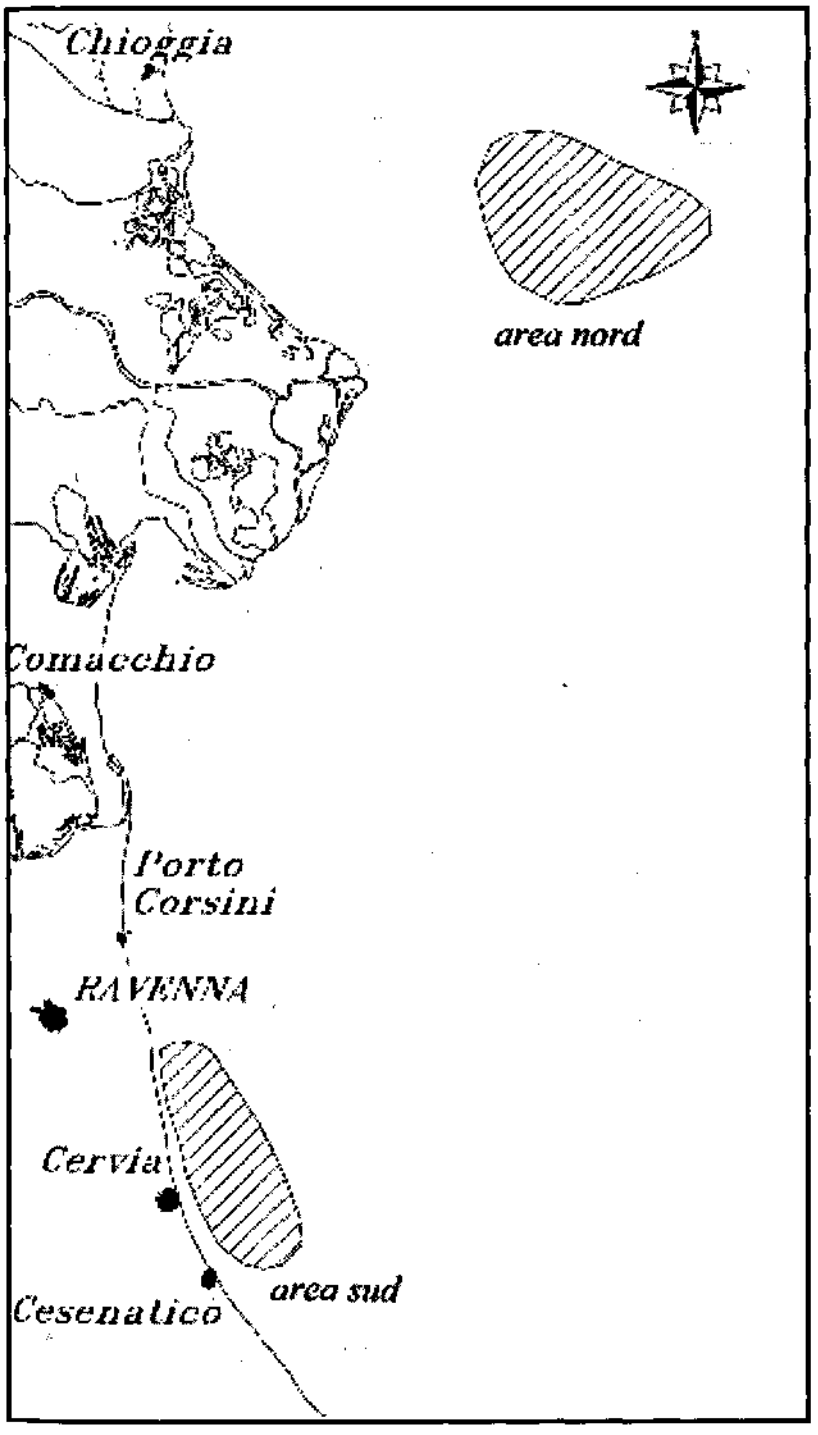


Fig. 1 - Aree di campionamento.
Sampling areas.

Risultati

L'analisi granulometrica dei sedimenti evidenzia nell'area nord la presenza di substrato misto con una prevalenza della componente pelitica su quella sabbiosa e nell'area sud un fondale caratterizzato da sedimenti argillosi (Tab. 1). I parametri fisico-chimici dei sedimenti mostrano una sostanziale omogeneità per quanto riguarda i valori del pH nelle due aree confrontate (Tab. 1); al contrario risultano discordanti i valori dell'Eh, del carbonio organico totale e dell'azoto totale (Tab. 1), in quanto quelli riscontrati nell'area sud sono più alti rispetto a quelli dell'area nord. I valori dell'ossigeno disciolto e della torbidità della colonna d'acqua mostrano differenze tra le due aree (Tab. 1): nelle stazioni a sud si hanno maggiore torbidità e minore concentrazione dell'ossigeno disciolto; nelle stazioni dell'area a nord la torbidità è minore e la concentrazione dell'ossigeno disciolto maggiore.

In 22 delle 37 stazioni campionate sono stati trovati esemplari di *Corbula gibba*, per un totale di 912 individui: 60 nell'area nord e 852 nell'area sud. Le stazioni

Tab. 1 - Valore medio dei parametri fisico-chimici nelle aree studiate.

Mean values of the physical-chemical parameters in the studied areas.

Staz.	n° ind.	prof. m	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	Eh	C tot. %	N tot. %	O2 mg/l	Torbid. m
Nord	3,15	32	1,3	25,5	31,8	41,1	7,05	140	0,53	0,038	6,3	11
Sud	47,3	21	1,4	9,9	20,1	68,5	7,46	22	1,31	0,092	3,9	1,8

dell'area nord mostrano bassi valori di abbondanza e 12 di esse sono prive di *Corbula gibba* (Tab. 2). Nell'area sud, 3 stazioni sono caratterizzate dall'assenza di questo bivalve, mentre nelle altre si osservano valori di abbondanza maggiori con un massimo di 187 individui nella stazione S18 (Tab. 2). Non si osservano forti aggregazioni di individui ed in 3 stazioni dell'area nord si hanno valori di abbondanza superiori a cento (Tab. 2). Le repliche effettuate mostrano valori omogenei di abbondanza (Tab. 2).

Tab. 2 - Numero degli individui di *Corbula gibba* ritrovati nelle singole stazioni; N= area nord; S= area sud.

Number of individuals of *Corbula gibba* found in the stations: N= northern area; S= southern area.

Staz.	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19
Benna 1	6	3	7	2	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benna 2	3	3	11	4	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale	9	6	18	6	11	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staz.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	
Benna 1	0	0	8	0	3	35	9	22	63	24	3	36	21	51	0	7	45	71	
Benna 2	0	1	4	0	2	42	8	12	84	45	10	22	13	22	0	16	57	116	
Totale	0	1	12	0	5	77	17	34	147	69	13	58	34	73	0	23	102	187	

Conclusioni

Le differenze riscontrate tra le due aree possono essere correlate alle diverse condizioni idrologiche cui sono soggette. L'area sud è una zona costiera che risulta meno influenzata dagli apporti fluviali in quanto è inclusa in una zona non interessata dalla corrente d'uscita di masse d'acqua dal Delta padano (Orel *et al.*, 1993). Ciò spiega il substrato composto in prevalenza da argilla, il maggiore contenuto di sostanza organica ed il minore contenuto di ossigeno disciolto rispetto all'area nord (Tab. 1). Questa al contrario è direttamente influenzata dagli apporti fluviali che ne determinano il regime idrodinamico (Orel *et al.*, 1993). La diversa distribuzione di *Corbula gibba* (Tab. 2) riscontrata nel presente studio risulta associata alle diverse caratteristiche delle due aree esaminate. Il maggior contenuto di sostanza organica nei sedimenti e la maggiore torbidità dell'acqua dell'area sud, creano le condizioni ottimali per lo sviluppo di *Corbula gibba* in quest'area piuttosto che nell'area nord. Dagli studi intrapresi da altri autori sull'ecologia di *Corbula gibba* risulta che questa specie ben si adatta ad ambienti sottoposti a marcate

variazioni dei parametri chimico-fisici e sedimentari. Le sue caratteristiche morfo-funzionali le consentono di vivere su substrati con fanghi misti instabili ed in condizioni sub-terminali di arricchimento di sostanza organica (Bonvicini Pagliai e Serpagli, 1988) in quanto specie deposivora (Ambrogi *et al.*, 1989). Inoltre è considerata specie pioniera nella ricolonizzazione di aree defaunate in seguito a dragaggio e anche quando l'eccessiva torbidità della colonna d'acqua impedisce il reclutamento delle altre specie (Specchi e Orel, 1968; Bonvicini Pagliai *et al.*, 1985).

Bibliografia

AMBROGI R., BEDULLI D., OCCHIPINTI AMBROGI A. (1989) - Variazioni nella ripartizione tra gruppi trofici di organismi di fondo mobile nell'area marina del delta padano. *Oebalia*, **15** (1), N.S.: 47-55.

ANGELUCCI A. (1989) - *Guida allo studio della sedimentologia*. Nuova Cultura edit.: 226 pp.

BONVICINI-PAGLIAI A.M., SERPAGLI F. (1988) - *Corbula gibba* (Olivi) as a time recorder of environmental stress. A first contribution. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **31** (2): 17.

BONVICINI-PAGLIAI A.M., COGNETTI-VARRIALE A.M., CREMA R., CURINI-GALLETTI M., ZUNARELLI-VANDINI R. (1985) - Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Mar. Pollut. Bull.*, **16**: 483-488.

OREL G., FONDA UMANI S., ALEFFI F. (1993) - *Ipossie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia edit.: 104 pp.

SPECCHI M., OREL G. (1968) - I popolamenti dei fondi e delle rive del Vallone di Muggia presso Trieste. *Boll. Soc. Adriat. Sc. Trieste*, **56**: 137-171.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 456-457

M. Vacchi, G. La Mesa, M. La Mesa

ICRAM, Via L. Respighi, 5 - 00197 Roma, Italia.

STUDIO PRELIMINARE SULL'ACCRESCIMENTO DEL TARTUFO DI MARE *VENUS VERRUCOSA* NEL MAR LIGURE

PRELIMINARY STUDY OF THE GROWTH OF THE WARTY VENUS (*VENUS VARRICOSA*) IN THE LIGURIAN SEA

Abstract

Preliminary results on the growth of Venus verrucosa *(Bivalvia) in the Ligurian Sea are presented. The shell sectioning technique was employed to age 245 specimens.The growth rate decreased progressively (from 6 to 1 millimeters/year) with the age of specimen.*

Key-words: *Venus verrucosa*, growth, Ligurian Sea.

Introduzione

Il tartufo di mare (*Venus verrucosa* L. 1758) è un bivalve molto comune lungo le coste del Mediterraneo. Questa specie abita fondi detritici e sabbiosi, spesso su terrazze di *Posidonia oceanica* ("mattes"), fino ad una profondità di circa 30 metri.

Nonostante il suo interesse commerciale, le informazioni riguardanti la biologia di *V. verrucosa*, almeno per quanto concerne il Mar Mediterraneo, sono piuttosto scarse e si riferiscono agli aspetti riproduttivi (Marano *et al.*, 1982) e biometrici (Bello, 1985). Lo scopo di questo lavoro è pertanto quello di fornire, attraverso lo studio dell'accrescimento di una popolazione di *Venus verrucosa* del Mar Ligure, un contributo alla conoscenza della biologia di questo bivalve.

Materiale e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nell'Agosto del 1994 in un area costiera della Riviera Ligure di Ponente. Nelle tre stazioni di raccolta, sono stati campionati complessivamente 384 esemplari. I prelievi in mare sono stati effettuati in immersione, a profondità comprese tra i 4 ed i 12 metri, su fondi a *Posidonia oceanica* (prateria e "mattes" morte), concentrando la raccolta a tutti gli esemplari presenti in aree ristrette.

È stato selezionato un subcampione costituito da 245 esemplari di cui sono stati rilevati i dati morfometrici standard relativi alle valve del mollusco. Dall'elaborazione dei dati morfometrici è stata ottenuta la relazione taglia-peso. La prepararazione dei campioni per lo studio dell'accrescimento ha previsto il sezionamento delle valve e la levigatura delle sezioni ottenute.

La valva destra di ciascun esemplare e' stata sezionata radialmente dall'umbone al margine ventrale, lungo l'asse di crescita maggiore; le due parti della conchiglia sono state quindi levigate e lucidate. I campioni così preparati sono stati osservati al microscopio da dissezione, per esaminare il "pattern" di crescita costituito

dall'alternanza di bande traslucide ed opache (Richardson *et al.*, 1979). Dall'elaborazione dei dati di età-lunghezza mediante l'equazione di Von Bertalanffy è stata ottenuta la curva di crescita.

Risultati e conclusioni

La taglia ed il peso (escluse le parti molli) degli esemplari esaminati erano compresi rispettivamente tra 7 e 47 mm (lunghezza valvare) e 0,05 e 28,1 gr. I parametri relativi alla relazione taglia-peso ottenuta [intercetta(a)=0,0000748; pendenza(b)=3,282; coefficiente di determinazione (R)=0,984] indicano che l'accrescimento è isometrico.

La "lettura" delle sezioni è stata effettuata agevolmente nel 95,1% dei campioni. Nelle popolazioni di *V. verrucosa* studiate da altri autori (Arneri, com. pers.), è stato dimostrato che la deposizione delle bande di accrescimento valvare avviene secondo un "pattern" annuale: durante tale intervallo temporale si formano successivamente una banda opaca ed una banda traslucida. Nell'ipotesi che anche per la popolazione da noi studiata sia valida tale relazione tra età del mollusco e numero delle bande di crescita, il loro conteggio ha evidenziato, per il campione esaminato, un'età compresa tra 0 e 9 anni. Riguardo alla curva di crescita (L_∞=57,753; k=0,157; t_0=1,038), anche se la zona asintotica non è ben definita per la mancanza di grossi esemplari, i dati rappresentano un ampio intervallo dell'intero ciclo vitale del bivalve. Il valore di L_∞ ottenuto è leggermente inferiore alla taglia massima di *V. verrucosa* riportata in letteratura (Fischer *et al.*, 1987). Riguardo l'andamento dei ritmi di accrescimento, il tasso di crescita stimato va da circa 6 mm/anno nei primi anni di sviluppo, decrescendo fino a circa 1 mm/anno negli esemplari più longevi.

Nel loro insieme, i dati sull'accrescimento di *V. verrucosa* ottenuti in questo studio sono confrontabili con quelli riportati da Marano *et al.*, 1982.

Bibliografia

BELLO G. (1985) - Analisi biometrica di *Venus verrucosa* L. (Bivalvia, Veneridae) dell'Adriatico Meridionale, e considerazioni sulla sua pesca. *Quad. Ist. Ric. Pesca Marit.*, **4** (2): 117-126.

FISCHER W., BAUCHOT M.L.,SCHNEIDER M. (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour le besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche* 37. Rome, FAO, vol. 1: 760 pp.

MARANO G., CASAVOLA N., SARACINO C., RIZZI E. (1982) - Riproduzione e crescita di *Chamelea gallina* (L.) e *Venus verrucosa* (L.) (Bivalvia: Veneridae) nel Basso Adriatico. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, **12** (2): 97-110.

RICHARDSON C.A., CRISP D.J., RUNHAM N.W. (1979) - Tidally deposited growth bands in the shell of the common cockle, *Cerastoderma edule* (L.). *Malacologia*, **18**: 277-290.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 458-460

A. VOLIANI, R. AUTERI, R. BAINO, R. SILVESTRI

Consorzio Regionale di Idrobiologia e Pesca, Via dell'Ambrogiana, 2 - 57127 Livorno, Italia.

INSEDIAMENTO NEL SUBSTRATO ED ACCRESCIMENTO DI *DONAX TRUNCULUS* L. SUL LITORALE TOSCANO

SETTLEMENT AND GROWTH OF *DONAX TRUNCULUS* L. ALONG THE TUSCANIAN COAST

Abstract

The settlement of the juveniles of Donax trunculus *(Bivalvia, Donacidae) in the substrate has been quantified along an annual cycle. The data, that refer to the Northern Tuscany coastal area, allowed also to describe the growth performance of the shell. The recruitment on the bottom occurs during the whole year, but mainly in summer (about 90%), with a mode in the month of July. The growth appears rather fast and the minimum legal size (20 mm) is achieved before the first year of life.*

Key-words: *Donax trunculus*, settlement, growth.

Introduzione

La tellina rappresenta una risorsa importante per l'attività della piccola pesca sul litorale pisano e viareggino. Alla pesca di questo bivalve si dedicano una quindicina di imbarcazioni di pescatori professionisti che operano con rastrello da natante e numerosi dilettanti con il rastrello a mano. E' stato quindi giudicato necessario uno studio volto a determinare i criteri gestionali per un corretto prelievo (Baino *et al.*, 1988) e sono state analizzate le variazioni dei rendimenti e delle taglie secondo le diverse caratteristiche granulometriche del substrato (Voliani *et al.*, 1990). In questo lavoro sono stati ulteriormente approfonditi alcuni aspetti legati alla biologia della specie, come l'insediamento nel substrato dopo la fase planctonica e l'accrescimento della conchiglia.

Materiali e metodi

I dati utilizzati si riferiscono agli esemplari catturati nel corso di due anni di ricerche, dal 1986 al 1988, durante le quali sono stati effettuati 141 prelievi con un rastrello professionale munito di maglia metallica di 10 mm di lato, e 80 prelievi con una draga con sacco di nylon e maglie di 1 mm di lato, per la raccolta degli stadi giovanili appena reclutati al fondo. L'area di indagine è compresa tra Marina di Pisa e Viareggio, fino alla batimetrica di 5 metri; è stato utilizzato un disegno di campionamento di tipo sistematico a transetti. Per valutare l'entità dell'insediamento nel substrato, appena terminata la fase larvale, è stata determinata, nei diversi momenti dell'anno, la densità media degli esemplari con lunghezza della conchiglia inferiore a 4 mm. I parametri di crescita K (costante di crescita) e L_∞ (lunghezza asintotica) secondo l'equazione proposta da Von Bertalanffy sono stati stimati con il programma Compleat ELEFAN (Pauly, 1987). A tale scopo sono state utilizzate le distribuzioni di taglia ottenute con i campionamenti effettuati sia con la draga a maglie fini che con il rastrello professionale, in modo che

potessero essere effettivamente rappresentative della struttura dell'intera popolazione. I dati ottenuti con le due tecniche sono stati standardizzati in base alle superfici investigate e, nel caso del rastrello professionale, correggendo le frequenze delle lunghezze dopo aver calcolato la curva di selettività dell'attezzo secondo il modello logistico.

Quest'ultima è stata ottenuta confrontando i risultati di cale parallele condotte con i due attrezzi.

Risultati e conclusioni

L'insediamento sul fondo è risultato diffuso nell'arco dell'anno, ma con intensità marcatamente variabile: il 90 % del fenomeno si è manifestato nel periodo estivo, con un massimo nel mese di luglio, quando sono state campionate fino a 6400 nuove reclute per m^2. Il restante 10 % è distribuito prevalentemente nei mesi autunnali, con una coda fino a febbraio, con circa 20 esemplari per m^2 (fig. 1). Il periodo di sedentarizzazione coincide, anche se con intensità diversa, con quello rilevato da Moueza e Frenkiel-Renault (1973) in Algeria, e risulta assai simile a quello di Ansell e Legardère (1980) che, per le coste atlantiche francesi, indicano un periodo da agosto a ottobre.

Anche le osservazioni di Mazè e Laborda (1990), sulle coste spagnole nord-occidentali, non appaiono molto dissimili, indicando un periodo di insediamento da settembre a marzo, molto variabile di anno in anno, mentre Guillou e Le Moal (1980) per le coste francesi nord-occidentali, vicino all'estremo limite settentrionale di distribuzione della specie, hanno individuato un intervallo di tempo compreso tra marzo e settembre. Tutti i suddetti autori concordano inoltre nel ritenere il periodo di insediamento abbastanza esteso.

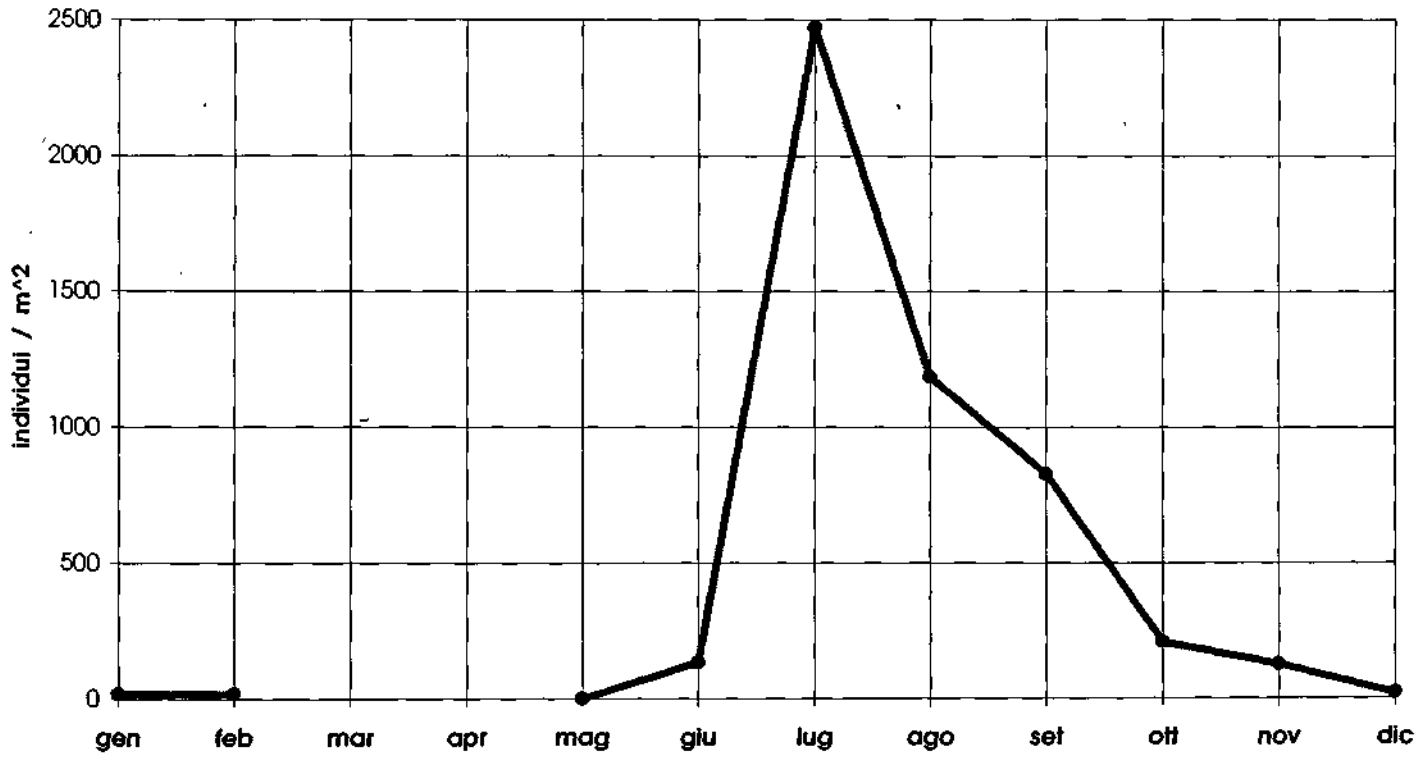


Fig. 1 - Frequenza media di insediamento delle forme giovanili (lung. < 4 mm) di *Donax trunculus*.

Density of *Donax trunculus* juveniles (< 4 mm) settled on the sea botton along the studied period.

Le prove di selettività per il rastrello professionale hanno fornito le percentuali di ritenzione per le diverse classi di lunghezza (mm); è risultato: L50% = 16.4; L25% = 14.9; L75% = 17.8.

Le distribuzioni di taglia, opportunamente standardizzate, elaborate con le procedure contenute nel pacchetto Compleat ELEFAN, hanno consentito di stimare i parametri di crescita che sono risultati i seguenti:

$K = 0.94$ anni^{-1}; $L_\infty = 35$ mm (Rn = 0.245).

L'accrescimento della conchiglia appare piuttosto veloce e la taglia minima legale di cattura (20 mm) viene mediamente raggiunta dopo meno di un anno di vita. Risultati simili sono stati raggiunti da Mazè e Laborda (1988) sulla costa atlantica spagnola ed anche da Ansell e Legardère (1980) per le coste atlantiche francesi. Accrescimenti marcatamente più lenti sono stati invece indicati da Guillou e Le Moal (1980) nella parte più settentrionale dell'area di diffusione della specie.

Bibliografia

ANSELL A. D., LEGARDÈRE F. (1980) - Observations on the biology of *Donax trunculus* and *D. vittatus* at the Ile d'Oléron (French Atlantic Coast). *Mar. Biol.*, **57**: 287-300.

BAINO R., VOLIANI A., SILVESTRI R. (1988) - Fishing recruitment and exploitation onto a *Donax trunculus* stock off Tuscany Coast. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31**, 2: 22.

GUILLOU J., LE MOAL Y. (1980) - Aspects de la dynamique des populations de *Donax vittatus* et *Donax trunculus* en Baie de Douarnenez. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **56** (1): 55-64.

MAZÈ R. A., LABORDA A. J. (1988) - Aspectos de la dinamica de poblacion de *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae) en la Ria de El Barquero (Lugo, NW Espana). *Inv. Pesq.*, **52** (3): 299-312

MAZÈ R. A., LABORDA A. J. (1990) - Cambios estacionales de una poblacion de *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) (Pelecypoda: Donacidae) en la Ria de El Barquero (Lugo, NO de Espana). *Scient. Mar.*, **54** (2): 131-138.

MOUEZA M., FRENKIEL-RENAULT L. (1973) - Contribution a l'étude de la biologie de *Donax trunculus* L. (mollusques lamellibranches) dans l'Algérois: la reproduction. *Cah. Biol. Mar.*, **14**: 261-283.

PAULY D. (1987) - A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.*, (13): 7-34.

VOLIANI A., AUTERI R., BAINO R, GIANNARDI G. (1990) - Changes in size and abundance of *Donax trunculus* related to depth and bottom characteristics. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **32**, 1: 29.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 461-462

S.ZANETTI, A.DERIU, B.MONTINARO, L.A.CHESSA*, S.SERRA*, L.SECHI, G.FADDA**

Istituto di Microbiologia e Virologia dell'Università di Sassari,
V.le San Pietro, 46/b - 07100 Sassari, Italia.
*Istituto di Zootecnica, Università di Sassari, Italia.
**Istituto di Microbiologia, Università di Roma, Italia.

ASPETTI RELATIVI ALLA FLORA MICROBICA DELLO STRATO FOGLIARE IN PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DELLA SARDEGNA SETTENTRIONALE

MICROBIAL FLORA OF *POSIDONIA OCEANICA* LEAVES IN SEAGRASS OF NORTH SARDINIA

Abstract

This paper deals with the identification of microbial flora of Posidonia oceanica *leaves; they seem to be an ideal environment especially for Gram-negative marine microrganisms which are able to form colonies in common culture soils.*

Key-words: microbial marine flora, *Posidonia oceanica,* Gram-negative microrganisms.

Introduzione

Posidonia oceanica (L.) Delile è una fanerogama marina endemica del Mediterraneo che costituisce un complesso ecosistema, fondamentale nell'ambiente marino costiero, sia come fonte di cibo e rifugio per una gran varietà di specie bentoniche e nectoniche, sia come produttore primario di energia (Pergent *et al.*, 1989).

Considerata la grande importanza dell'attività dei microorganismi per il funzionamento e per il mantenimento dell'equilibrio dell'ecosistema marino, si è effettuato uno studio preliminare sul popolamento microbico dello strato fogliare di *Posidonia oceanica.*

Materiali e metodi

L'indagine è stata condotta dall'aprile 1995 al marzo 1996; i campionamenti sono stati effettuati a profondità variabili dai -5 ai -20 metri, nelle zone costiere di Alghero, Stintino e dell'Arcipelago di La Maddalena. Le foglie frammentate sono state poste in specifici terreni, quali Marine Agar 2216 (Difco), TCBS Agar (tiosolfato-citrato-bile-saccarosio), MacConkey, Mannitol Salt Agar, incubate a 37°C per 24h o a temperatura ambiente per 72-120h. L'identificazione dei bacilli Gram-negativi ossidasi positivi è stata realizzata con il sistema automatico ID32GN, l'identificazione delle Enterobatteriacee con il sistema automatico ID32E.

Tali sistemi utilizzano 32 tests di assimilazione standardizzati e miniaturizzati, i batteri da identificare vengono messi in sospensione in medium appropriati e dopo 24h di incubazione un lettore misura automaticamente la crescita in ogni cupola. L'identificazione si ottiene con la strumentazione ATB ed i programmi corrispondenti. La determinazione delle specie è stata considerata accettabile quando

la percentuale di discriminazione era data superiore al 98% e non erano presenti test atipici.

Risultati

Tra le specie identificate prevalgono le forme bacillari Gram-negative appartenenti ai generi: *Vibrio, Pseudomonas, Aeromonas, Sphingomonas, Enterobacter, Alcaligenes, Escherichia, Moraxella.* Tra le specie di batteri Gram-positivi *Staphylococcus aureus* è stato identificato sia su foglie sommerse che su "banquette", mentre *Bacillus* spp. è stato identificato solo su "banquette". Le analisi effettuate non hanno rilevato differenze riguardo le specie microbiche identificate su praterie presenti alle diverse profondità, così come non sono state riscontrate sostanziali differenze fra le specie identificate su foglie diverse e su "banquette". I generi *Escherichia, Enterobacter* e *Staphylococcus,* sono stati identificati in campioni prelevati nel mese di luglio in località ad alta affluenza antropica.

Conclusioni

Molte specie batteriche eutrofiche hanno la capacità di adattarsi a situazioni di stress, come può essere la condizione di oligotrofia frequentemente riscontrabile in mare, presentando il processo della "miniaturizzazione". Si tratta di una strategia di sopravvivenza, mediante la quale i batteri si trasformano in forme vitali ma non coltivabili. Lo studio condotto ha permesso l'identificazione di specie batteriche in grado di formare evidenti colonie sui comuni terreni di coltura. Quanto rilevato suggerisce che il mare della costa settentrionale sarda sia particolarmente ricco e produttivo ed in tal senso gioca un ruolo determinante la presenza di ampie praterie di *Posidonia* ancora in buono stato di salute. L'ampia circolazione dell'acqua nei siti di prelievo, la forza delle correnti determinate dal regime dei venti, sono responsabili di un continuo ricambio nelle praterie di *Posidonia.* Ulteriori indagini si rendono necessarie per valutare se esistono differenze tra la flora microbica di *Posidonia* e quella che colonizza altre fanerogame, ma soprattutto per studiare la correlazione esistente fra batteri e superficie fogliare.

Bibliografia

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., MEINESZ A. (1989) - Cyclic changes along *Posidonia oceanica* rhizomes (Lepidochronology): present state and perspectives. *Marine Ecology Progress Series,* **10**: 221-230.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 463-465

M. Baroli, V. Bombelli*, M. Lenzi**, G. Piergallini

International Marine Centre, Località Sa Mardini - 09072 Torregrande (Or), Italia.
*KOBA, Milano, Italia.
**Laboratorio di Ecologia Lagunare e Acquacoltura, Orbetello (GR), Italia.

RICERCHE ECOLOGICHE NELLA LAGUNA DI S'ENA ARRUBIA (SARDEGNA OCCIDENTALE). VARIAZIONI STAGIONALI DELLA COMPOSIZIONE DELLE PRINCIPALI ASSOCIAZIONI VEGETALI E DELLE BIOMASSA DELLE SPECIE DOMINANTI

ECOLOGICAL STUDIES IN S'ENA ARRUBIA LAGOON (WESTERN SARDINIA). SEASONAL CHANGES IN THE COMPOSITION OF THE MAIN VEGETAL COMMUNITIES AND IN THE BIOMASS OF DOMINANT SPECIES

Abstract

The structure and succession of the macrophyte communities in relation to hydrological conditions and nutrient availability of S'Ena Arrubia lagoon have been studied. Phytisociological analysis has been addressed to determine distribution, cover and dominance of macrophyte community. Biomass and its elemental composition as well as specific growth rates of the dominant species have been estimated.

Key-words: macrophyte, coastal lagoon, eutrophication, Sardinia.

Introduzione

La laguna costiera di S'Ena Arrubia ha una modesta estensione (area 2 km^2), è caratterizzata da acque basse (profondità media 40 cm) e da un lento ricambio della massa d'acqua. Come altre lagune costiere, S'Ena Arrubia mostra una naturale tendenza all'eutrofia (Pietracarpina, 1981). L'elevata biomassa è accompagnata da un forte deficit di azoto inorganico, da elevate temperature e da frequenti incrementi dei valori di salinità. Nell'ambiente salmastro l'impatto dell'eutrofizzazione ha determinato una progressiva scomparsa delle fanerogame sommerse (Valsecchi, 1972) che sono state sostituite da macroalghe nitrofile a rapida crescita (Baroli *et al.*, 1996). In questa nota sono riferiti i risultati di una campagna di campionamenti eseguiti a S'Ena Arrubia nell'arco di due anni (1994 e 1995), con l'obbiettivo di esprimere una valutazione aggiornata della distribuzione, successione e produzione della vegetazione sommersa.

Materiali e metodi

Dal febbraio 1994 al dicembre 1995 sono state analizzate la distribuzione spaziale e la variazione temporale dei principali indicatori fitosociologici delle macrofite presenti nella laguna.

La distribuzione, la copertura, il ricoprimento (RMG) (Fig. 1) e la dominanza delle comunità di macroalghe sono state determinate seguendo il metodo della scuola di Zurigo-Montpellier modificato da Boudouresque (1971) in accordo con le tecniche usualmente adottate in ambienti lagunari. Sono state analizzate anche le variazioni temporali delle biomasse, della composizione elementare e dei tassi di accrescimento (Specific Growth Rate: SGR) delle specie dominanti. I

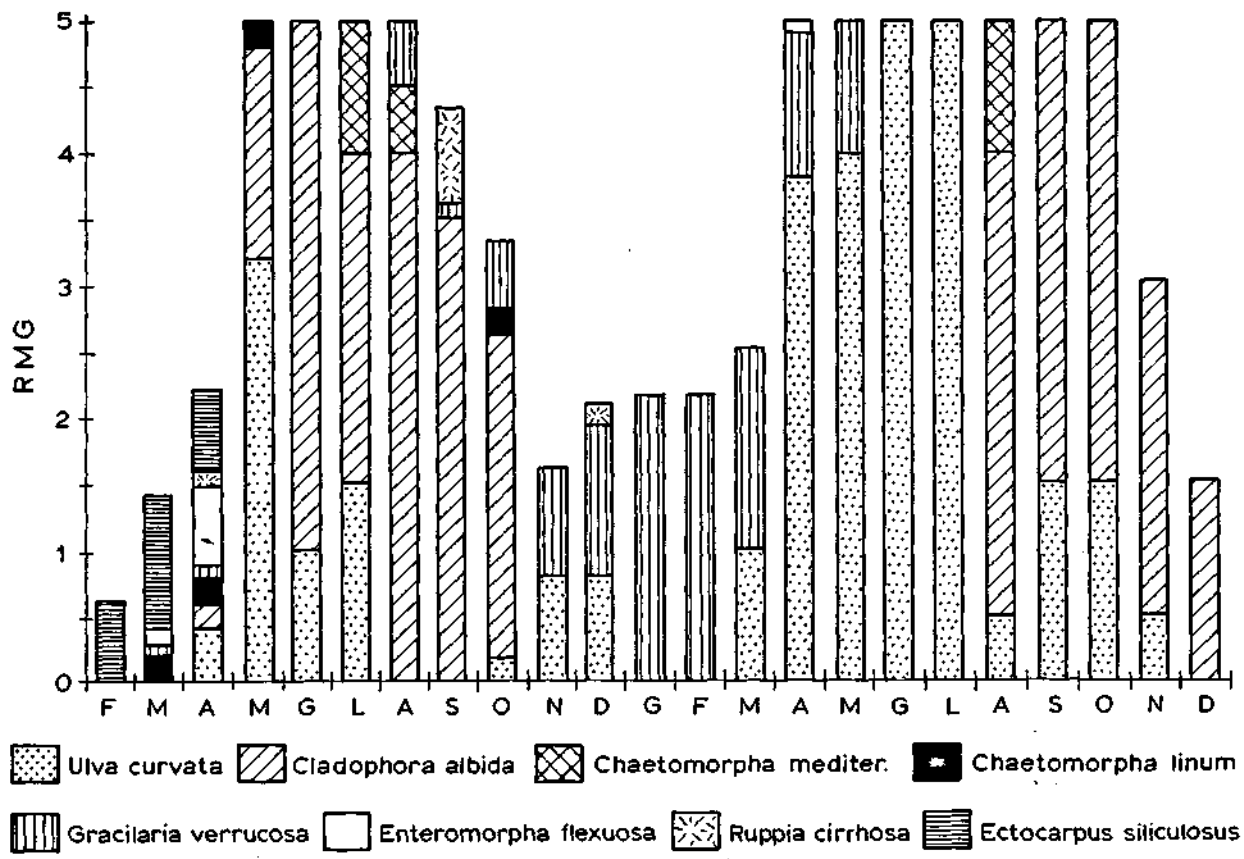


Fig. 1 - Ricoprimento totale mensile e relativi contributi delle specie macroalgali più rappresentative (RMG = Ricoprimento Medio Globale).

Total monthly cover and role of the main macroalgae species (RMG = Mean Global Cover).

campionamenti di biomassa e i test di accrescimento sono stati condotti mensilmente in due aree a diverso idrodinamismo, rappresentative della zonazione della laguna.

Il contenuto di carbonio organico (C) e di azoto totale (N) in *Ulva curvata* è stato determinato con un analyser Carlo Erba NA -1500 CN. Il contenuto di fosforo totale è stato determinato usando il metodo colorimetrico standard (Chen, 1956) dopo mineralizzazione (Nieuwenhuize e Poley-Vos, 1989). La stima dei tassi di crescita in *Ulva curvata* è stata fatta mediante incubazione in situ, mediante la determinazione della biomassa all'inizio e alla fine di ogni esperimento. I tassi di crescita $\%d^{-1}$ sono stati calcolati con un modello di crescita esponenziale $SGR=100(\ln N'-\ln N)/\Delta t$ dove N'=biomassa finale; N=biomassa iniziale; Dt=periodo di incubazione. In parallelo è stata condotta l'analisi quantitativa dei principali taxa fitoplanctonici.

Risultati

La laguna di S'Ena Arrubia è colonizzata da un numero relativamente basso di specie. Le specie più rappresentative sono *Gracilaria verrucosa*, rinvenuta nel 96% dei campionamenti, *Ulva curvata* (77%), *Cladophora albida* (77%), *Chaetomorpha mediterranea* (55%), e *Chaetomorpha linum* (48%). La successione di *Ulva curvata* e *Cladophora albida* contribuisce al mantenimento di biomasse elevate (100 g m^{-2}). *Ulva curvata* raggiunge tassi di crescita elevatissimi, circa 20% al giorno, anche se la crescita sembra limitata dalla disponibilità di azoto e disturbata dai fattori idrodinamici. La composizione elementare dei talli delle specie dominanti, con rapporti N:P inferiori a 10, evidenzia una situazione di azoto

limitazione (Atkinson e Smith, 1983). La biomassa totale delle macroalghe è inversamente correlata al numero di cellule fitoplanctoniche evidenziando una probabile competizione fra produttori primari.

Discussione e conclusioni

La copertura vegetale interessa quasi tutta la superficie della laguna, è caratterizzata da una spiccata monotonia e dalla dominanza delle cloroficee nitrofile. La successione nella comunità macroalgale è tipica di ambienti estremi caratterizzata da *Ulva curvata* in primavera e *Cladophora albida* in estate. La biomassa prodotta è generalmente inferiore a quella presente in altri sistemi lagunari ad elevata trofia, purtuttavia ha un impatto severo sulla qualità dell'acqua, in ragione delle modeste profondità della laguna. La spiccata monotonia e il progressivo deterioramento delle condizioni ambientali possono essere posti in relazione con l'elevata velocità di crescita e di decomposizione delle due specie dominanti.

Bibliografia

ATKINSON M. J., SMITH S. V. (1983) - C:N:P ratios of benthic marine plants. *Limnol. Oceanogr.*, **28**: 568-574.

BAROLI M., PIERGALLINI G., GUERZONI S., BOMBELLI V., LENZI M., ROSSETTI G., GIORDANI G., VIAROLI P. (1996) - Eutrophication and macrophytes in S'Ena Arrubia lagoon (western coast of Sardinia) (in stampa).

BOUDOURESQUE C.F. (1971) - Methods d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier phytobenthos). *Thethys*, **3**: 70-140.

CHEN P.S. (1956) - Microdetermination of phosphorus. *Anal. Chem.*, **28**: 1756-1758.

NIEUWENHUIZE J., POLEY-VOS C.H. (1989) - A rapid microwave dissolution method for the determination of trace and minor elements in lyophilized plant material. *Atom. Spectrosc.*, **10**: 148-153.

PIETRACARPINA A. (1981) - Studio della idrologia superficiale della Sardegna. *Progetto Speciale n. 25, Cassa per il Mezzogiorno.*

VALSECCHI F. (1971) - La vegetazione dello stagno di S'Ena Arrubia nel Golfo di Oristano. *Boll. Società Sarda di Scienze Naturali*, Anno VI, **10**: 1-21.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 466-468

F. Biagi, S. Gambaccini*, M. Zazzetta*,

Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa,
Via Volta 6 - 56100 Pisa, Italia.
*CIBM - Livorno, Italia.

POPOLAMENTO ITTICO DI UN'AREA PROTETTA ALL'ISOLA D'ELBA

FISH ASSEMBLAGE IN A PROTECTED AREA AT ELBA ISLAND

Abstract

A preliminary study on fish community was carried out at Elba Island in a coastal protected area by stationary visual points. Fish community structure and presence of recruits was assessed.

Key-words: marine reserve, fish community, recruitment, visual census, Mediterranean.

Introduzione

La comunità ittica dello Scoglietto, isolotto sito all' interno della zona di tutela biologica delle Ghiaie (Portoferraio), istituita negli anni '70, non è mai stata oggetto di studio. Tale carenza di conoscenze scientifiche è comune a molte aree di tutela realizzate in diverse località italiane. Pertanto lo studio di aree già sottoposte a vincoli di protezione potrebbe permettere di ottenere dei quadri di riferimento con cui confrontare la situazione di habitat analoghi ma non ancora protetti, al fine di comprendere l'effetto che le riserve esercitano sulla struttura e sulle abbondanze dei popolamenti ittici costieri. Con questo studio è stata iniziata la descrizione dell'ittiofauna fra 0 e 25 m. di profondità, in ambienti diversamente caratterizzati da *Posidonia oceanica* (L.) Del., detrito organogeno e roccia.

Materiali e metodi

I rilevamenti sono stati condotti mediante valutazioni visive subacquee utilizzando la tecnica del punto fisso (Bohnsack e Bannerot, 1986; Biagi 1991; Tunesi e Vacchi, 1993). Nell'estate 1995 tre operatori subacquei, dopo un periodo congiunto di addestramento, hanno effettuato in totale 196 rilevamenti di cui 104 su roccia, 60 su detrito e 32 su *P. oceanica*. La dimensione dello spazio campionato ha come base una superficie circolare di 5m di diametro ed un'altezza di 3 m. La durata del tempo di osservazione è stata determinata mediante curve di ricchezza specifica percentuale cumulata. Nello studio del popolamento ittico la scelta del tempo di rilevamento deve permettere di osservare la maggior parte delle specie possibili evitando una sovrastima degli individui. Sulla base delle informazioni fornite dalle curve di ricchezza specifica cumulata si è scelto come tempo di rilevamento quello che permetteva l'osservazione di oltre l'80% delle specie rilevabili nei primi 10 minuti. Ulteriori ma modesti incrementi della ricchezza specifica avrebbero richiesto un aumento eccessivo dei tempi di rilevamento. Quest'ultimi sono risultati diversi in funzione della complessità strutturale del substrato: 4' per le aree detritiche e con *P.oceanica* e 5' per quelle rocciose.

Risultati

Le indagini subacquee condotte hanno permesso di rilevare una tipologia di habitat molto diversificata, in termini di pendenza del fondo e di caratteristiche

del substrato, fra i vari versanti dello Scoglietto. Tale diversità di habitat si riverbera anche nei popolamenti ittici estivi, che si presentano con caratteristiche differenti fra i diversi versanti dell'isolotto. A fronte di specie presenti ovunque indipendentemente dal versante e/o dal tipo di habitat, come le varie specie di saraghi (*Diplodus* spp.), *Sarpa salpa* (L.), *Chromis chromis* (L.), *Coris julis* (L.), e gran parte dei Labridi del genere *Symphodus*, vi sono alcune specie distribuite in maniera asimmetrica rispetto all'asse geografico N-S dello Scoglietto. Ad esempio *Serranus hepatus* (L.) si trova su substrato mobile solo sul versante N-O, ed è assente su substrato analogo presente sul versante S-E. Invece *Gobius luteus* Kol. è localizzato esclusivamente su substrato roccioso del lato orientale e non su quello N-O. Complessivamente sono state osservate 47 specie (tab. 1), appartenenti a 16 diverse famiglie, ma la ricchezza specifica varia sensibilmente in funzione della natura del substrato e, secondariamente, dell'orientamento geografico, passando dal minimo di 16-17 specie (rispettivamente sulle praterie di *Posidonia* dei versanti E e N-O) al massimo di 36 delle aree rocciose (lato E e N-O). Il popolamento è dominato qualitativamente da Labridi e Sparidi (fig. 1A) che da soli costituiscono il 52% della ricchezza specifica totale (13 e 11 specie). I Pomacentridi da soli, con l'unica specie mediterranea *C.chromis*, contribuiscono a quasi il 50% dell' abbondanza media globale per singolo rilevamento (fig.1B). Ben 25 specie sono presenti con forme giovanili e 8 di queste con individui di taglia inferiore a 20 mm e di insediamento recente. Esse sono: *C.chromis, Parablennius rouxi* (Cocco), *Diplodus annularis* (L.), *G. luteus, C. julis, Symphodus cinereus* (Bon.), *S. doderleini* (Jor.), *S. mediterraneus* (L.).

Tab. 1 - Specie ittiche osservate allo Scoglietto.

Fish species observed around Scoglietto island.

Famiglia	Specie	Famiglia	Specie	Famiglia	Specie
Apogonidae	*Apogon imberbis*	Labridae	*Coris julis*	Serranidae	*Ephinephelus marginatus*
Atherinidae	*Atherina* spp.		*Labrus bimaculatus*		*Serranus cabrilla*
Blenniidae	*Lypophris nigriceps*		*Labrus merula*		*Serranus hepatus*
	Parablennius gattoruggine		*Labrus viridis*		*Serranus scriba*
	Parablennius rouxi		*Symphodus cinereus*	Sparidae	*Boops boops*
Carangidae	*Seriola dumerili*		*Symphodus doderleini*		*Dentex dentex*
Centrachantidae	*Spicara smaris*		*Symphodus mediterraneus*		*Diplodus annularis*
	Spicara maena		*Symphodus melanocercus*		*Diplodus puntazzo*
Congeridae	*Conger conger*		*Symphodus ocellatus*		*Diplodus sargus*
Gobiidae	*Gobius geniporus*		*Symphodus roissali*		*Diplodus vulgaris*
	Gobius luteus		*Symphodus rostratus*		*Oblada melanura*
Mugilidae	*Liza* spp.		*Symphodus tinca*		*Pagellus erythrinus*
Mullidae	*Mullus surmuletus*		*Thalassoma pavo*		*Sarpa salpa*
Muraenidae	*Muraena helena*	Scorpaenidae	*Scorpaena notata*		*Sparus aurata*
Pomacentridae	*Chromis chromis*		*Scorpaena porcus*		*Spondyliosoma cantharus*
			Scorpaena scrofa	Trypterigiidae	*Trypterigion* spp.

Conclusioni

Il popolamento studiato è dominato qualitativamente da Sparidi e Labridi, mentre la specie quantitativamente più abbondante è il Pomacentride *C.chromis*. La struttura

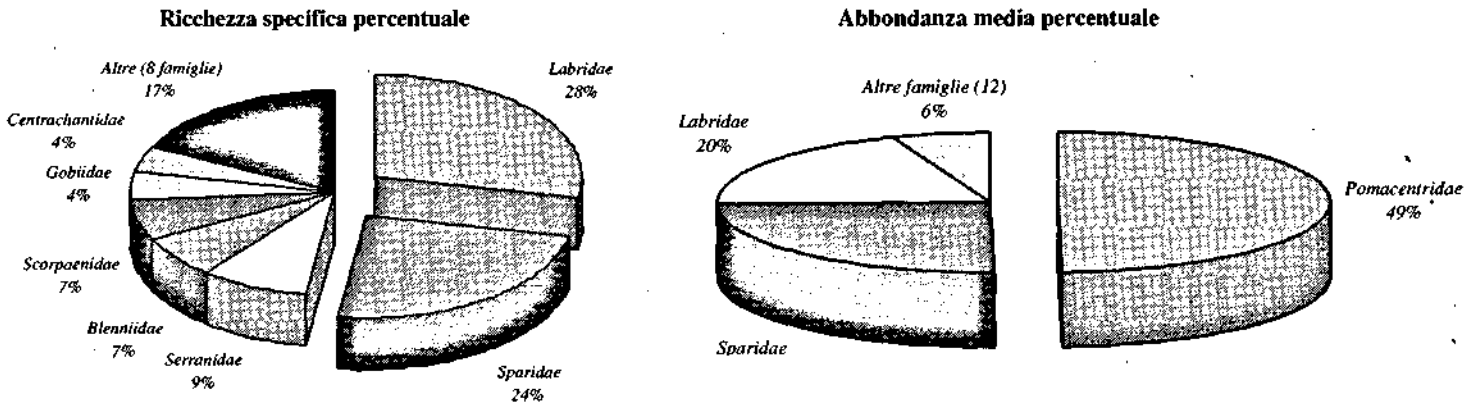


Fig. 1 - Ricchezza specifica (A) ed abbondanza media per rilevamento (B) delle principali Famiglie di pesci.

Overall species richness (A) and mean abundance (B) per sample of the most important fish Families.

delle taxocenosi ittiche costiere appare relativamente omogenea nel Mediterraneo, con una o poche specie gregarie e di piccole dimensioni particolarmente abbondanti, mentre Sparidi e Labridi strutturano il popolamento in termini qualitativi (Harmelin, 1990; Tunesi e Vacchi, 1993; Zazzetta, 1996). L'indagine condotta per mezzo della tecnica dei punti fissi ha permesso di rilevare discontinuità spaziali nel popolamento ittico dello Scoglietto correlabili ad equivalenti diversità di habitat. Il tempo minimo per ciascun rilevamento è diverso in funzione della complessità strutturale dell'area. La presenza di saraghi stanziali di medie e grandi dimensioni e di specie quali *Ephinephelus marginatus*, *Dentex dentex*, *Sparus aurata*, ormai rare nelle acque dell'Isola d'Elba, permettono di ipotizzare una reazione positiva alla messa in atto di misure di salvaguardia. Questa indagine si pone come avvio di uno studio teso a descrivere i popolamenti ittici presenti in altre aree dell'Arcipelago Toscano interessate da vincoli di tutela, passiva o attiva. La conoscenza della struttura e delle abbondanze dei popolamenti ittici in aree di tutela, rappresenta un punto di riferimento fondamentale per monitorare l'ambiente e valutare i risultati conseguenti l'istituzione di nuove aree di tutela.

Bibliografia

BIAGI F. (1991) - Valutazioni visive della fauna ittica. In: *Lezioni del corso formativo per ricercatore subacqueo*, a cura di M. Abbiati., I.S.S.D, Pisa: 29-37.

BOHNSACK J.A., BANNEROT S.P. (1986) - A stationary visual census technique for quantitatively assessing communitiy structure of coral reef fishes. *NOAA, USA Tech. Rep.*, **41**: 15 pp.

HARMELIN J.G. (1990) - Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditterranée: structure du peuplement du coralligéne de l'ile de Port-Cros (Parc Nat., France). *Mesogée*, **50**: 23-30.

TUNESI L., VACCHI M. (1993) - Indagini visuali in immersione nell'area marina di Portofino: applicazione di un metodo per lo studio dei popolamenti ittici. *Biologia Marina. Suppl. al Notiziario S.I.B.M.*, **1**: 355-360.

ZAZZETTA M. (1996) - *Struttura dell'ittiofauna di un ambiente costiero mediterraneo*. Tesi, Univ. Pisa: 320 pp.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 469-471

C. Bondavalli, M. Naldi, G. Rossetti, G. Giordani,
M. Baroli*, V. Boccini*, S. Guerzoni**

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, Viale delle Scienze - 43100 Parma, Italia.
*International Marine Centre - Torregrande (OR), Italia.
**IGM-CNR, Bologna, Italia.

STATO TROFICO DELLA LAGUNA SARDA DI S'ENA ARRUBIA

TROPHIC STATUS OF THE S'ENA ARRUBIA LAGOON (SARDINIA)

Abstract

The hydrochemical characteristics of the S'Ena Arrubia lagoon have been investigated by collecting data on salinity, dissolved inorganic nitrogen, soluble reactive phosphorus and chlorophyll-a concentrations. Results highlight a condition of high trophism.

Key-words: coastal lagoons, nutrients, eutrophication.

Introduzione

La laguna di S'Ena Arrubia (costa occidentale della Sardegna) ha una limitata estensione (2 km^2) e un lento ricambio idrico. La profondità media è sui 40 cm. Il principale apporto di acqua dolce è sostenuto dall'Idrovora Sassu. Il collegamento con il mare è assicurato da un ampio canale artificiale che solca trasversalmente (da Est a Ovest) l'intero corpo d'acqua. La laguna si caratterizza per una naturale condizione di eutrofia (Pietracarpina, 1981). Negli ultimi anni i processi di eutrofizzazione sono andati intensificandosi e si è assistito a una crescita abnorme di macroalghe, in particolare di *Ulva* sp. e *Cladophora* sp. In questa nota sono riferiti i risultati di una campagna di campionamenti eseguiti a S'Ena Arrubia dal febbraio 1994 al dicembre 1995, con l'obiettivo di pervenire a una valutazione aggiornata dello stato trofico delle acque della laguna.

Materiali e metodi

Dal febbraio 1994 al dicembre 1995 sono state studiate le caratteristiche idrochimiche della laguna in relazione agli apporti di acqua dolce e ad alcune variabili meteorologiche. In due stazioni caratterizzate da un diverso idrodinamismo, situate rispettivamente nell'area più confinata della laguna (st. A) e in prossimità dello scarico dell'Idrovora Sassu (st. B), sono stati determinati con cadenza quindicinale i valori dei principali parametri fisici e chimici delle acque. Sono stati inoltre analizzati campioni prelevati dai più importanti canali di afflusso di acque dolci. In questa nota ci si limita a riportare i dati relativi ai più significativi indicatori di stato trofico.

Risultati

I valori delle precipitazioni e della temperatura dell'aria misurati nell'area di studio mostrano andamenti tipici di un clima secco, che rende ragione dei bassi apporti di acqua dolce in laguna. Nel 1995, a seguito di un incremento della

domanda di acque irrigue dopo un prolungato periodo di siccità, si è avuta una progressiva riduzione dell'afflusso di acqua dolce in laguna, accompagnata da un forte aumento della salinità (con picchi di 50 in agosto-settembre). L'apporto di acqua dolce dall'Idrovora Sassu, pur non essendo sempre garantito, convoglia in laguna significativi input di nutrienti (sono state determinate concentrazioni massime di 3 mgl^{-1} di fosforo totale e di 5 mgl^{-1} di azoto totale). Nel caso del fosforo, il carico esterno complessivo proveniente dalla rete idrografica è stato stimato intorno ai 5 $gPm^{-2}y^{-1}$ (Guerzoni *et al.*, 1994). Dalla primavera all'autunno l'intensa assimilazione da parte dei popolamenti vegetali determina la riduzione dell'azoto inorganico disciolto (DIN), le cui concentrazioni restano su valori generalmente inferiori a 100 μgNl^{-1}. I picchi invernali di DIN (200-500 μgNl^{-1}) sono principalmente dovuti all'apporto di acque dolci (Fig. 1). Le concentrazioni di fosforo reattivo solubile sono generalmente molto alte, con valori che oscillano intorno ai 200 μgPl^{-1} e massimi di oltre 500 μgPl^{-1} nella tarda estate del 1995 (Fig. 1).

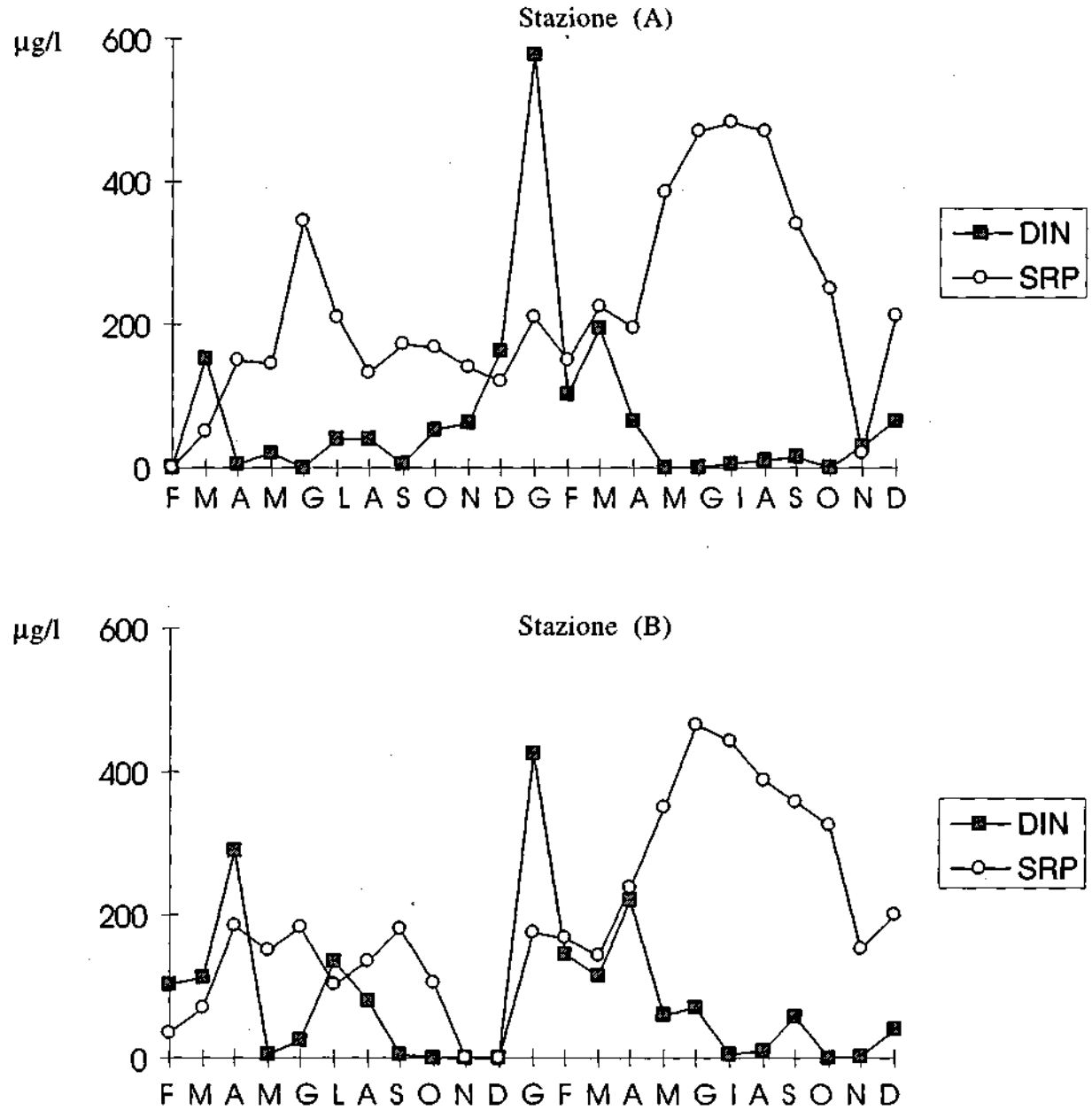


Fig. 1 - Variazioni della concentrazione media mensile di azoto inorganico disciolto (DIN) e fosforo reattivo solubile (SRP) dal febbraio 1994 al dicembre 1995 nelle due stazioni di campionamento.

Variation of the mean monthly concentration of dissolved inorganic nitrogen (DIN) and of soluble reactive phosphorus (SRP) from February 1994 to December 1995 in the two sampling stations.

Il contenuto di clorofilla-*a* presenta un picco di oltre 100 μgl^{-1} nel febbraio 1994 nella st. A, in concomitanza con concentrazioni trascurabili dei nutrienti disciolti nella colonna d'acqua. Un altro picco, leggermente inferiore, è stato osservato nel dicembre 1994 nella st. B (Fig. 2). Nelle altre date di campionamento lo sviluppo del fitoplancton sembra essere limitato dalla crescita abnorme dei letti di macroalghe.

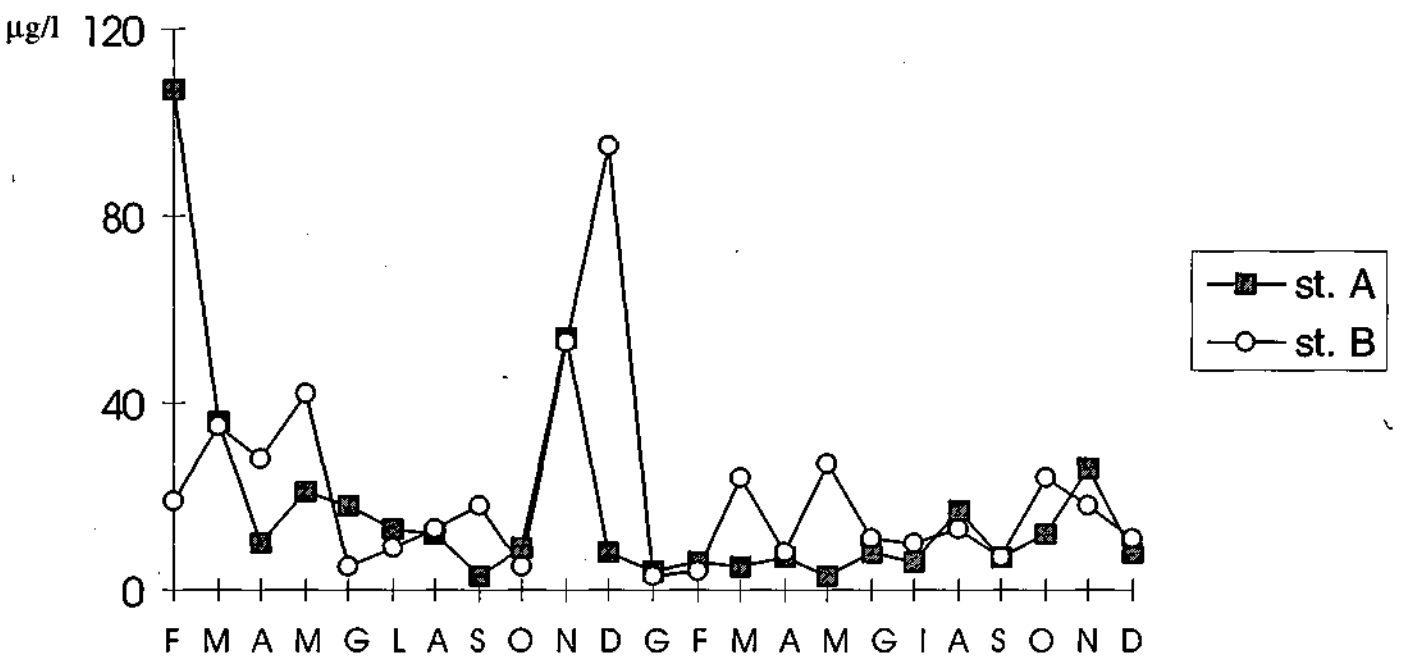


Fig. 2 - Variazioni della concentrazione media mensile di clorofilla-*a* dal febbraio 1994 al dicembre 1995 nelle due stazioni di campionamento.

Variation of the mean monthly concentration of chlorophyll-*a* from February 1994 to December 1995 in the two sampling stations.

Discussione

I dati rilevati nel corso della ricerca, se confrontati con i valori di riferimento elaborati sia dell'OCSE (Vollenweider e Kerekes, 1982) che dall'US-EPA (1988), evidenziano per la laguna di S'Ena Arrubia una condizione che si pone tra l'eutrofia e l'ipertrofia, soprattutto in considerazione delle elevate concentrazioni di fosforo e clorofilla-*a*. Deve essere tuttavia considerato con cautela l'uso della concentrazione di clorofilla-*a* fitoplanctonica come parametro per la caratterizzazione dello stato trofico di corpi d'acque basse che, come nel caso della laguna oggetto della presente indagine, presentano un notevole sviluppo dell'interfaccia acqua/sedimento e un'elevata produzione primaria legata soprattutto al comparto bentonico.

Bibliografia

GUERZONI S., BAROLI M., BOCCINI V., OBINU G.F., DE LA MATA L, BOMBELLI V., LENZI M., PIERGALLINI G., ROSSETTI G., GIORDANI G., VIAROLI P. (1994) - Macrophyte cover and trophic status in the S'Ena Arrubia lagoon (Western Sardinia). In P. Kamermans & P. H. Nienhuis (eds), Eutrophication and macrophytes, *Proc. first EUMAC Workshop*, Venice 25-27 November 1994: 69-91.

PIETRACARPINA A. (1981) - Studio della idrologia superficiale della Sardegna. *Progetto Speciale n. 25*, Cassa per il Mezzogiorno.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1988) - *Introduction to Water Quality Standards*. Office of Water, U.S. EPA, Washington D.C.

VOLLENWEIDER R., KEREKES J. (1982) - *Eutrophication of waters, monitoring, assessment, control.* OECD, Paris.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 472-474

G. Cancemi, V. Pasqualini*, G. Piergallini, M. Baroli,
G. De Falco, C. Pergent-Martini*

International Marine Centre, Gruppo Ecosistemi Costieri, Torre Grande (Oristano), Italia.
*Equipe Ecosystemes Littoraux, Université de Corte, France.

INDAGINE CARTOGRAFICA SULLA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI CAPO S. MARCO (GOLFO DI ORISTANO), MEDIANTE ELABORAZIONE DI IMMAGINI FOTOAEREE

CARTOGRAPHY BY ELABORATION AERIAL PHOTOGRAPHY

Abstract

An investigation on the Posidonia oceanica *meadow of Capo S. Marco was carried out using an aerial photographs interpretation by means of computer image processing with the addition of field data. The obtained map shows the seagrass distribution with a very large interruption area characterized by sandy bottom.*

Key-words: cartography, aerial photography, *Posidonia oceanica.*

Introduzione

La cartografia a partire dal trattamento dell'immagine fotoaerea risulta di notevole interesse applicativo per lo studio delle biocenosi costiere (Brambati *et al.*, 1980; Maniere *et al.*, 1994). In particolare per l'ecosistema a *Posidonia oceanica*, la regressione delle praterie registrata in diverse aree costiere, in prossimità di centri urbani, zone industrializzate e porti, spiega l'utilità di strumenti che permettano una rapida investigazione di zone anche molto estese, al fine d'individuare eventuali fenomeni da sottoporre ad uno studio più approfondito (Pasqualini e Pergent-Martini, 1996).

Partendo dalla foto aerea, è stata individuata rapidamente una zona di discontinuità della prateria; mediante trattamento dell'immagine al computer e integrazione delle relative osservazioni *in situ*, si é potuto evidenziare un fenomeno di degradazione all'interno del prato, degno di un successivo e più approfondito studio.

Materiali e metodi

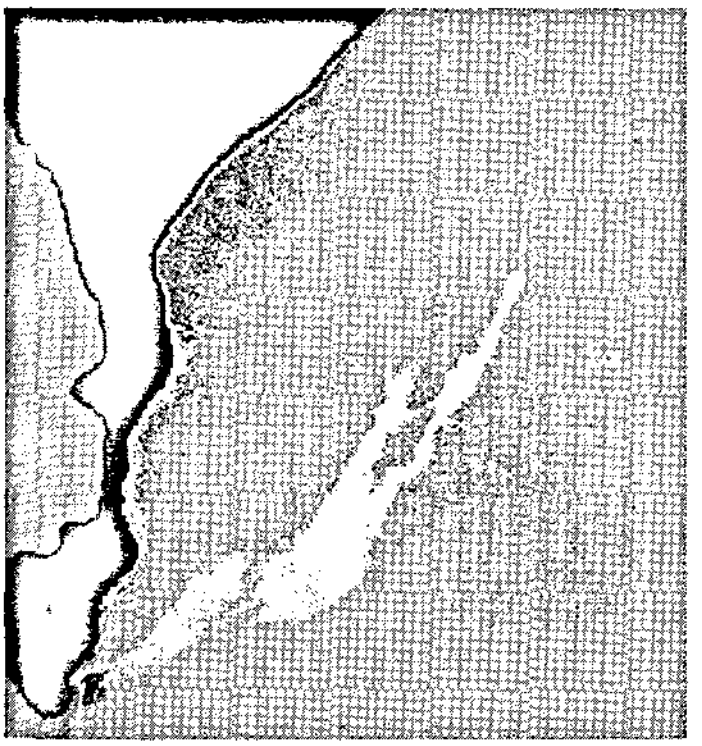
La metodica da noi utilizzata comprende sia tecniche relativamente nuove, come l'utilizzazione di rilievi aerofotogrammetrici (scala 1:20.000 a colori) e il trattamento dell'immagine al computer (*Multiscope* software), sia metodi classici come l'osservazione diretta per mezzo di transetti in immersione ARA. Nella prima fase (pretrattamento dell'immagine) la foto, sottoposta a *scannerizzazione e correzione geometrica* (Meaille *et al.*, 1988), è stata trasformata in immagine «raster» con *pixel* di 5 metri; in seguito, una *adattazione diversificata dei contrasti* (Pasqualini *et al.*, 1995) in funzione degli istogrammi dei 3 piani colorati ha permesso di ottenere 2 «adattazioni» specifiche, rispettivamente per l'area costiera (limite superiore) e per la zona di discontinuità della prateria che l'immagine aerea aveva permesso di individuare. Sulla base delle variazioni di colore messe in evidenza dall'adattazione dei contrasti, è stato possibile il *posizionamento delle verità mare* finalizzate all'interpretazione delle variazioni di colore dell'immagine ; infatti, sono stati eseguiti,

in immersione ARA e utilizzando bussole da rilevamento e GPS, una serie di *transetti costa-largo*, da 300 a 700 metri di lunghezza e di *verifiche puntiformi* nella zona di discontinuità (Meinesz *et al.*, 1981). L'immagine a questo punto è stata sottoposta ad Analisi delle Componenti Principali e, con la successiva composizione colorata dei piani, sono state ottenute delle «vedute» specifiche per la foto-interpretazione di differenti settori dell'immagine.

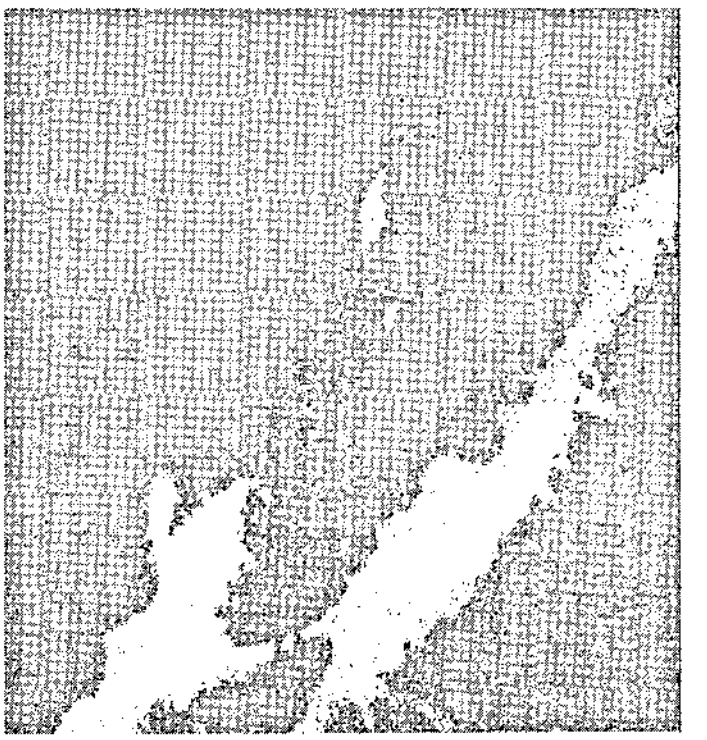
La classificazione dei pixel all'interno dei differenti settori (Courboules e Maniere, 1992) ci ha permesso, quindi, di identificare 5 temi: la prateria a *P. oceanica*, l'area del prato in degradazione, il prato di *Cymodocea nodosa*, il fondale sabbioso e il fondo roccioso.

Infine, mediante la sovrapposizione dei piani e l'assemblaggio del mosaico dei differenti settori trattati è stata ottenuta l'immagine cartografica finale (Fig. 1).

Una zona specifica dell'immagine che mostrava, a nostro giudizio, una serie di caratteristiche interessanti, è stata poi trattata con un *pixel* di 1 metro per ottenere, data la migliore risoluzione, altre informazioni sul fenomeno di degradazione (Fig. 2).



(Fig. 1)



(Fig. 2)

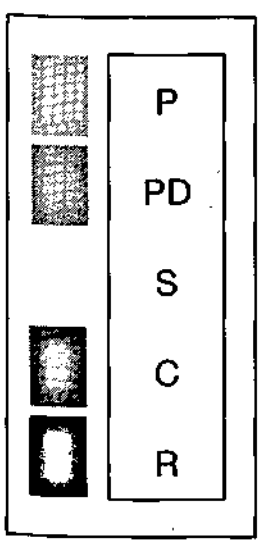


Fig. 1 - Immagine cartografica finale, con *pixel* di 5 metri, dove si distinguono 5 temi: la prateria a *P. oceanica* (P), l'area della prateria poco densa e con *matte* morta (PD), il prato a *C. nodosa* (C), la roccia (R) e il fondale sabbioso (S).

Final results of the image processing, with a 5 meters pixel, showing: *P. oceanica* meadow (P), its low density area with dead *matte* (PD), *C. nodosa* meadow (C), rocky (R) and sandy bottom (S).

Fig. 2 - Particolare dell'immagine, trattato con *pixel* di 1 metro: prateria a *P. oceanica* (P), area della prateria poco densa e con *matte* morta (PD), fondale sabbioso (S).

Selected area of the final image, with a 1 meters pixel: *P. oceanica* meadow (P), the low density area of the meadow with dead *matte* (PD), sandy bottom (S).

Risultati e discussioni

Il risultato finale dell'immagine elaborata mostra una estesa prateria a *P. oceanica* (720,68 ettari) che copre l'80 % dell'area trattata in prossimità di Capo S. Marco (settore Nord-Ovest del Golfo di Oristano), impiantata su *matte* e con una densità superiore a 400 ciuffi/m^2 (Giraud, 1977).

All'interno del prato, un'ampia zona di discontinuità di circa 80 ettari si estende dalla punta estrema di Capo S. Marco, in direzione Nord-Est, seguendo la fascia batimetrica degli 8-10 metri, con un fondale costituito da sabbie medio-fini (M 216μ).

Attorno alla striscia di sabbia, sono ben evidenti delle zone (totale di 61,75 ettari) in cui la densità del prato risulta molto bassa e nelle quali si trovano ampie aree di *matte* morta, spesso ricoperta da uno strato variabile di sabbia.

Questi ed altri segnali fanno pensare ad un fenomeno di regressione: infatti, in alcuni settori sono stati osservati ciuffi fogliari parzialmente insabbiati e, nelle zone di margine, i canali *intermatte* diventano molto ampi, dando al prato un caratteristico aspetto ad "isolotti". L'immagine mostra inoltre la presenza di *Cymodocea nodosa* lungo la linea di costa (da -0,5 a -2 metri) con una superficie di 26,41 ettari e la localizzazione, molto limitata, del fondale roccioso in prossimità della punta.

Lo studio successivo dei parametri chimico-fisici dell'ambiente e un monitoraggio continuato nel tempo permetteranno di comprendere le cause alla base di questo fenomeno di regressione, anche se la particolare disposizione dell'area fa ipotizzare un intervento dei fattori idrodinamici. Questo tipo d'indagine in futuro verrà estesa all'intero Golfo di Oristano, in modo da ottenere la base per un sistema d'informazione geografica (GIS), al fine di favorire una migliore gestione delle aree a rischio.

Bibliografia

BRAMBATI A., GHIRARDELLI E., GIACCONE G., OREL G., VIO E. (1980) - Bionomia del Canale di San Pietro (Sardegna): ricerche sedimentologiche, idrologiche e rilievo aerofotogrammetrico in funzione della tipologia e della distribuzione delle comunità bentoniche. *Nova Thalassia,* **4**: 135-171.

COURBOULES J., MANIERE R. (1992) - Apport de la télédetection à l'étude de la relation entre l'hydrodynamisme de surface et les récifs coralliens. *Int. J. Remote sensing*, Vol. 13, **15**: 1911-2923.

GIRAUD G. (1977) - Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse doctorat 3éme cycle, Université Aix-Marseille II*, 1-150 pp.

MANIERE R., BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y. (1994) - Mapping of the seagrass beds in the bay of Fort-de-France (Martinique, French West Indies) by digitized aerial photographies. *First international Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, Strasbourg, France,* 11-15 Sept.

MEAILLE R., WALD L., BOUDOURESQUE C.F. (1988) - Cartes des peuplements benthique en Méditerranée: constitution d'une banque de données géocodées et synthése cartographique. *Oceanologica Acta,* **11** (2): 201-211.

MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R. (1981) - Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de Phanérogames marines. Leurs applications sur les cotes françaises de la Méditerranée. *Vie Milieu,* Fr., **31** (1): 27-34

PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C., PERGENT G. (1995) - The use of aerial teledetection for the characterisation of the Mediterranean coastal environment: *Posidonia oceanica*. In *Proc. Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environmental, MEDCOAST 95*, Ozhan E. Ed., MEDCOAST Secretariat, Middle Esat Technical University, Ankara, Turkey, **3**: 1287-1300.

PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C. (1996) - Monitoring of *Posidonia oceanica* meadow using Image processing. In *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker & H. Kirkman eds. Univ. Western Australia publ.: 351-358.

Lavoro eseguito con il contributo del Progetto STRIDE-IMC (Unione Europea e Regione Sarda).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 475-477

L.A. Chessa, A. Pais, S. Cudoni

Istituto di Zootecnica, Facoltà di Agraria, Università di Sassari,
Via E. de Nicola, 07100 Sassari, Italia.

TRANSPLANTATION TECHNIQUES OF RED CORAL *CORALLIUM RUBRUM* (L.)

TECNICHE DI TRAPIANTO DI CORALLO ROSSO *CORALLIUM RUBRUM* (L.)

Abstract

The present paper aims at describing and discussing the main techniques of red coral branches transplantation currently employed in the Mediterranean. Results obtained during researches are compared to determine merits and faults of each technique.

Key-words: *Corallium rubrum*, transplantation.

Introduction

Starting from the experiments carried out by Weimberg (1979) on branches and young colonies of some species of Gorgonians, several transplantation techniques were employed by different Authors with the aim of restocking one of the most important mediterranean fishing resources: red coral *Corallium rubrum* (L.). For this reason, in the last 10 years, both in France and Italy a number of methods were tested to improve the knowledge on the behaviour of this species if subjected to such treatments.

After Weimberg (*cit.*), a first red coral transplantation was carried out in Corsica (France) in 1980 (Bianconi *et al.*, 1988). Colonies were fixed on roof-tiles which were attached with wire to rocky outcrops.

In 1989 another experiment was tried out in Alghero (NW Sardinia): colonies were fixed to the substratum using a resin and small, stainless steel, duck-billed shaped pipes (Arosio *et al.*, 1989).

That same year, in the underwater reserve at Monaco, several propylen panels to which about 70 red coral colonies had been bolted were placed into 4 concrete grottoes. Four iron frames similar to those used by Weimberg (*cit.*) were also employed.

Materials and methods

Since 1991 we have tested a new technique to make red coral handling easier (Pais *et al.*, 1992; Chessa *et al.*, 1993). After 3 months of acclimatization in aquarium colonies from a shallow cave of Alghero coast were transplanted on to small tiles, fixing them with quick-setting cement and then transferred to the sea.

During a first experiment (transplantation on artificial substrates) the tiles with the ramifications were fixed underwater to the inside walls and roof of a small concrete culvert (Fig. 1a). In a second experiment still in progress in aquarium, transplantation on natural substrates (rocky bottoms) was carried out: tiles of the same kind were fixed to metal plates joint with long nails (Fig. 1b).

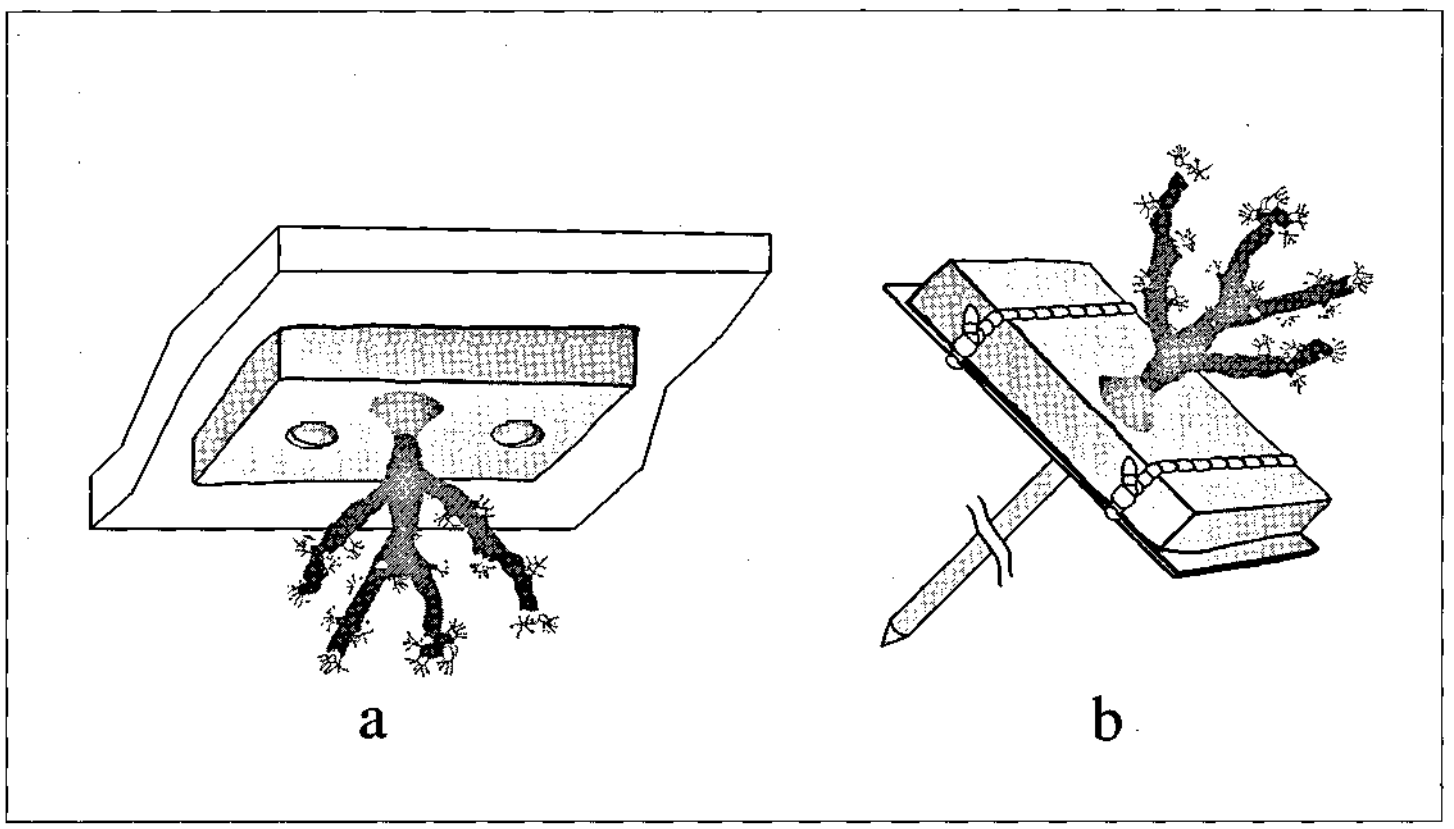


Fig. 1 - a) Transplantation technique for artificial substratum; b) Transplantation technique for natural substratum.

a) Tecnica di trapianto per substrato artificiale; b) tecnica di trapianto per substrato naturale.

Results

The transplantations carried out in Corsica were not very successful, because the appliances fixing the roof-tiles to the substratum broke.

The experiments carried out in Alghero, on the other hand, whilst not being at a sufficiently large scale to provide scientific data, proved the technique involved to be valid.

The experiments in Monaco showed that artificial grottoes were useful, especially for the settlement of new young colonies. However, the Authors found that bolting was not really ideal as it often caused the calcareous axis to break. It was difficult to assess the growth rate of the colonies due to the difficulty in handling without causing damage.

In our trials all branches of the colonies transplanted in the culvert during the first experiment survived for a long period of time (more than 3 years). This result provides the validation of the method and in particular of the employment of quick-setting cement and tiles. The second experiment showed the advantage of the use of the same module (tile) for a substratum of another kind. Considering that this technique is complementary to the first, this is the reason why similar positive results are expected.

Conclusions

All mentioned experiments gave a contribution to improve red coral restocking. Neverthless, even if the main difficulty in all cited techniques is the handling of transplanted branches, our method seems to ensure an easier manipulation of colonies for biometric purposes.

References

AROSIO P., RUSSINO G., RUSSINO G.F. (1989) - Il trapianto del nobile corallo. *Scienza & Vita nuova*, **9**: 32-35.

BIANCONI C.H., RIVOIRE G., STILLER A., BOUDOURESQUE C.F. (1988) - Le corail rouge *Corallium rubrum* (Lamarck) dans la réserve naturelle de Scandola (Corse). *Trav. Sci. Parc Nat. rég. nat. Corse.* Fr., **16**: 1-80.

CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G., BARBIERI M., SENES L. (1992) - Premieres expériences d'elevage de corail rouge dans la réserve sous-marine de Monaco. *Expériences de coralliculture en milieu naturel.* Association Monégasque pour la Protection de la Nature: 11-17.

CHESSA L.A., PAIS A., SERRA S. (1993) - Preliminary research on transplantation of the red coral, *Corallium rubrum* (L.), on to an artificial reef in NW Sardinia. *Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata,* **11** (3-4): 191-197.

PAIS A., CHESSA L.A., SERRA S. (1992) - A new technique for transplantation of red coral *Corallium rubrum* (L.) in laboratory and on artificial reefs. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **33**: 46.

WEIMBERG S. (1979) - Transplantation experiments with mediterranean gorgonians. *Bijdragen tot de Dierkunde,* **49** (1): 31-41.

Ricerca effettuata con fondi M.U.R.S.T. 40%.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 478-480

L. CONGIU, G. BERTELLI, G. COLOMBO

Dipartimento di Biologia, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari, 46 - 44100 Ferrara, Italia.

DIFFERENZE GENETICHE TRA POPOLAZIONI DI *ATHERINA BOYERI*, RISSO 1810, (PISCES, ATHERINIDAE) DELLE LAGUNE COSTIERE ITALIANE, RILEVATE CON LA TECNICA DEL RAPD (RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA)

RAPD COMPARISON AMONG *ATHERINA BOYERI* POPULATIONS OF ITALIAN COASTAL LAGOONS

Abstract:

Genetic similarities of italian coastal lagoons populations of Atherina boyeri, *Risso 1810, (Teleostei, Atherinidae) were investigated by RAPD technique. Cluster analysis gives evidence of dissimilarities among populations of the different seas of the Italian continental coasts. More different are the populations of Sicilian and Sardinian lagoons.*

Key-words: *Atherina boyeri*, RAPD, genetic similarity, Central Mediterranean.

Introduzione

Il latterino, *Atherina (Hepsetia) boyeri* Risso, 1810, (Pisces, Atherinidae, Ateriniformes), è una specie eurialina presente in tutto il Mediterraneo. Vive prevalentemente in estuari e lagune costiere ma è stato anche introdotto nei laghi dell'Italia centrale (Trasimeno, Bolsena).

Studi morfologici, biometrici ed enzimatici hanno messo in evidenza un accentuato polimorfismo tra popolazioni diverse di questa specie (Kiener e Spillmann, 1969; Bamber e Henderson, 1985; Berrebi e Britton-Davidian, 1980). In questo lavoro sono riportati i risultati di un'indagine sulle differenze genetiche tra popolazioni di lagune costiere dell'Adriatico, dello Ionio e del Tirreno e di alcuni laghi dell'Italia centrale.

Materiali e metodi

Estrazione del DNA - E' stato estratto il DNA da 10 individui da ognuno dei campioni raccolti in lagune e baie delle coste italiane e delle isole e in due laghi. (fig. 1). La raccolta è stata effettuata con la collaborazione di diversi ittiologi italiani.

Il tessuto della regione cefalica è stato polverizzato dopo congelamento con azoto liquido; dopo un breve trattamento con proteinasi K si è passati all'estrazione con fenolo, fenolo-cloroformio e cloroformio. Il DNA è stato poi precipitato in etanolo assoluto e acetato di sodio.

Amplificazione ed elettroforesi - Sono stati saggiati 21 primer decamerici della Operon Tecnologies, 6 dei quali hanno dato delle amplificazioni risolvibili in bande ben evidenti e ripetibili (OPA11, OPA12, OPA16, OPA19, OPA20, OPE1).

Gli amplificati sono stati analizzati mediante elettroforesi in gel di agarose (1,2% in TBE) e colorazione con bromuro di etidio.



Fig. 1 - Siti di campionamento.
Sampling locations.

Analisi statistica - Sono state utilizzate per questo lavoro 47 bande con una media di 7.8 bande per primer. Essendo le bande del RAPD dei marcatori di tipo dominante è stato possibile trasformare una matrice di presenza-assenza negli individui, in una matrice di frequenza dei due alleli *"presenza"* e *"assenza"* nelle varie popolazioni, assumendo l'equilibrio di Hardy-Weinberg. Sono state create delle matrici di distanza genetica tra popolazioni, utilizzate poi nell'analisi dei cluster mediante UPGMA (Sneath e Sokal 1973).

I Pacchetti statistici utilizzati nelle diverse fasi sono stati rispettivamente RAPIDBIOS (*Rapdplot-Fortran* Colorado State University, Fort Collins, CO.), BIOSIS-1.7 (Illinois Natural History Survey Champaign, IL) e STATISTICA per Windows.

Le distanze genetiche tra popolazioni sono state correlate con le distanze geografiche tra siti di campionamento utilizzando il test di Mantel (*Cancer Research*, **27**: 209-220. 1967) in NTSY-PC (Rohlf FJ.,1993. NTSYS-PC 1.8, Exeter Software, Setauket, NY). Non sono state considerate le popolazioni dei laghi.

Risultati e discussioni

Nella figura 2 è riportato il dendrogramma che raggruppa in base alle distanze genetiche i diversi campioni analizzati. È evidente la separazione tra le popolazioni dell'Adriatico-Ionio e quelle del Tirreno. All'interno di questi due cluster inoltre, i raggruppamenti rispecchiano le collocazioni geografiche dei siti di campionamento. Le popolazioni di Cagliari e di Marsala risultano essere significativamente diverse sia dalle altre popolazioni sia tra di loro. Le popolazioni dei laghi sono associabili a quelle del Tirreno.

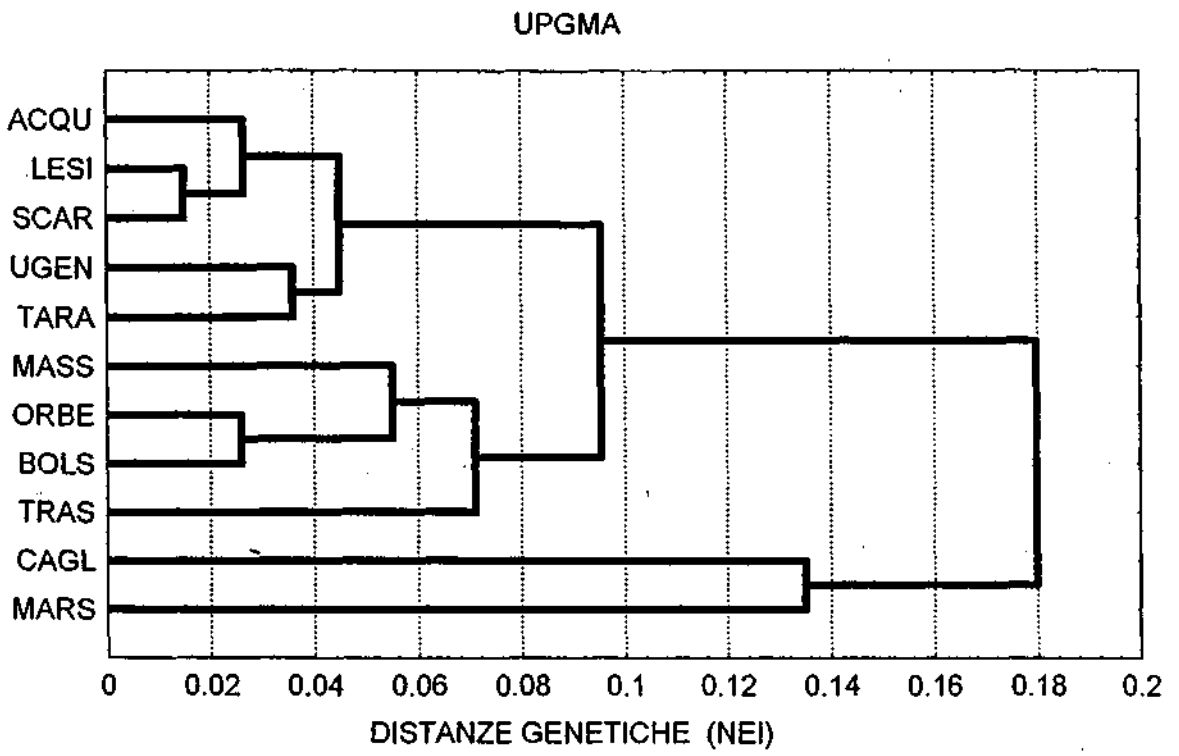


Fig. 2 - Dendrogramma basato sulle distanze genetiche di Nei tra popolazioni
Cluster analysis of Nei's genetic distances among populations

Se si considerano le popolazioni delle coste continentali le distanze genetiche sono significativamente correlate a quelle geografiche (r=0.851, p=0.006 n=21 con 500 permutazioni). È verosimile che i raggruppamenti osservati siano il risultato di flussi genici paralleli alla costa tra popolazioni contigue. Se si considerano anche i campioni di Marsala e di Cagliari, lo stesso coefficiente è 0.704 (p=0.002 n=36 con 500 permutazioni). Per le popolazioni insulari la distanza genetica dalle altre popolazioni è sensibilmente maggiore in rapporto a quella geografica. Questo fatto indicherebbe un maggior isolamento riproduttivo attribuibile alla barriera costituita dal mare aperto. Le migrazioni dei latterini sono infatti generalmente limitate al mare costiero (Kiener e Spillmann, 1969).

Bibliografia

BAMBER, R.N., HENDERSON, P.A. (1988) - Pre-adaptative plasticity in Atherinids and the estuarine seat of teleost evolution. *J. Fish Biol.*, **33**: 17-23.

BERREBI, P., BRITTON-DAVIDIAN, J. (1980) - Enzymatic survey of four populations of *Atherina boyeri* based on electrophoresi and the occurrence of a microsporidiosis. *J. Fish Biol.*, **16**: 149-157.

KIENER, A., SPILLMANN, C. J. (1969) - Contribution à l'étude systematique et écologique des Atherines de côtes françaises. *Mémoires du Museum Nationale d'Histoire Naturelle, Series A, Zoology.*, **40**: 33-74.

SNEATH, P.H.A., SOKAL, R.R. (1973). *Numerical Taxonomy*. WH Freeman, San Francisco CA.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 481-482

A. Cossu, V. Gazale

Dipartimento di Botanica ed Ecologia Vegetale dell'Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

CARATTERIZZAZIONE DEL BENTHOS PER LA DEFINIZIONE DEL PARCO INTERNAZIONALE DELLE BOCCHE DI BONIFACIO

CHARACTERIZATION OF THE BENTHIC COMMUNITIES FOR SETTING THE LIMITS OF THE INTERNATIONAL MARINE RESERVE OF BOCCHE DI BONIFACIO

Abstract

The most significant results of a survey carried out on the benthos of the Archipelago of the Maddalena are reported. The biology and distribution of some important species as Lithophyllum lichenoides, Posidonia oceanica *and* Patella ferruginea *are outlined.*

Key-words: Benthos, Marine park, Maddalena Archipelago, Sardinia.

Introduzione

La studio del benthos contribuisce in modo determinante a fornire gli elementi conoscitivi per gli interventi di gestione e programmazione territoriale (Cossu A., 1991). Tale attività svolta per il Parco marino Internazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e delle Bocche di Bonifacio, nell'ambito del programma comunitario PIC INTERREG, è stata realizzata in collaborazione con ricercatori italiani e francesi. Sono state così elaborate, tra le altre, due carte biocenotiche dell'area marina sia francese sia italiana. La superficie interessata dallo studio è stata di 1728 kmq, dei quali 752 per la parte italiana.

Nel presente lavoro vengono illustrati parte dei risultati utilizzati anche per la regolamentazione del parco nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, incluso dalla legge 394/1991 tra le 46 aree di reperimento da assoggettare a indagini per l'eventuale istituzione di misure di protezione e dalla legge 10/1994 specificamente dedicata alla protezione di quest'area.

Materiale e metodi

Le indagini sono state rivolte alla flora e fauna marina bentonica ed, in particolare, allo studio della biologia e distribuzione di alcune specie di rilevanza naturalistica delle isole minori dell'area contigua alla linea di frontiera.

I dati necessari per impostare il disegno sperimentale (Pergent G. *et al.*, 1995) sono stati reperiti da una precedente indagine preliminare (Cossu *et al.*, 1990), da uno studio aerofotogrammetrico e dei tracciati Side Scan Sonar. Nella primavera del 1995 è stata predisposta la campagna di verifica tramite rilievi puntiformi, transetti, dragate e osservazioni con telecamera filoguidata.

Risultati e discussione

È stata delineata la distribuzione ed ecologia delle concrezioni di *Lithophyllum lichenoides* Philippi in rapporto all'idrodinamismo ed all'esposizione (Cossu e Gazale,

1996). Gli insediamenti principali sono situati: a NW dell'Isola di Spargi tra Punta Zanotto e Punta Croce d'Asino con una larghezza di oltre 1,60 m; nell'Isola di Budelli, tra Punta Lodi e Cala di Trana; nell'Isola di Razzoli nella parte a NW nelle calette antistanti il faro.

È stata valutata la distribuzione di *Patella ferruginea* (L.) Gmelin. La specie mostra una maggiore densità nelle aree poste a ponente come Punta Zanotto, Cala Lunga, Faro di Razzoli, La Presa e lungo il perimetro dei Monaci. In particolare si è notata una forte diminuzione del numero di individui rispetto alle osservazioni effettuate nel 1989 (Cossu *et al.*, 1990).

L'elemento più caratterizzante delle biocenosi è sicuramente rappresentato dalla prateria di *Posidonia oceanica* il cui limite inferiore si insedia tra 30-35 m, costituendo una fascia pressoché, continua intorno alle isole. L'insieme delle osservazioni raccolte permette di affermare che le praterie di Posidonia si trovano in buono stato di conservazione. Tuttavìa sono state rilevate ampie zone degradate a causa degli ancoraggi e dell'impatto dei reflui urbani nel periodo estivo. Tra queste aree si segnalano il canale tra La Maddalena e Santo Stefano, il Passo della Moneta, Stagnali e la parte meridionale dell'Isola di Spargi.

Tra le formazioni di interesse naturalistico si segnala il coralligeno; si rinviene nei fondali di Capo Testa, nelle piattaforme del versante occidentale delle isole di Spargi e Razzoli e tra l'Isola delle Bisce e dei Monaci. Le secche risultano dominate da Gorgonacei ed altri filtratori sessili. Recentemente si è osservato in vaste aree un aumento della proliferazione di alghe mucillaginose con conseguenti morie dei polipi.

Conclusioni

Il lavoro ha portato alla realizzazione di un quadro della distribuzione della risorsa benthos con la collocazione dei suoi popolamenti all'interno del mosaico ambientale complessivo; sono stati studiati in maniera particolare gli elementi più abbondanti che svolgono un ruolo primario nelle relazioni tra risorsa ambientale e fruizione. Per le diverse biocenosi, in relazione al loro stato di conservazione e ubicazione, sono stati proposti diversi livelli di protezione e fruizione in rapporto alle attività che tradizionalmente insistono sul territorio e a quelle che potenzialmente possono svilupparsi una volta istituito il parco.

Bibliografia

COSSU A. (1991) - Aree marine costiere e definizione delle unità paesaggistico-ambientali. In: Macciocco G. (ed). *La pianificazione ambientale del paesaggio.* Franco Angeli, Milano: 220-224.

COSSU A, GAZALE V. (1996) - Incidenza dei principali fattori ambientali sullo sviluppo delle concrezioni di *Lithophyllum lichenoides* Philippi nelle isole del Nord Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 447-450.

COSSU A., GAZALE V., MARTINELLI M. R., MILELLA I., MORUCCI C., PAIS A., PORCHEDDU A., SABA S., SOLINAS P. L., VIRDIS G. (1990) - L'Arcipelago della Maddalena: aspetti naturalistici e prospettive per la costituzione di un parco internazionale. In Cossu A., Gazale V., Milella I. (eds). *Atti del Congresso "I Parchi Marini del Mediterraneo aspetti naturalistici e gestionali.* S. Teodoro 28-30 aprile 1989. Chiarella, Sassari: 187-204.

PERGENT G., CHESSA L., COSSU A., GAZALE V., PASQUALINI V., PERGENT-MARTINI C. (1995) - Amenagement du littoral: Apport de la cartographie benthique. *Res Mediterranea*, **2**: 45-58.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 483-485

A. Orrù, G. Calaresu, G. Chessa, A. Del Caro, S. Mosca, I. Castiglia

Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna,
Via Duca degli Abruzzi, 8 - 07100, Sassari, Italia.

DISTRIBUZIONE IN UN ECOSISTEMA LAGUNARE DI RESIDUI DI DISERBANTI UTILIZZATI NELLA COLTIVAZIONE DEL RISO

RICE HERBICIDES RESIDUES IN A LAGOON ECOSYSTEM

Abstract

Distribution of rice erbicides residues in the lagoon of Santa Giusta (Oristano, Sardegna) and related canals were evaluated by weekly samples of water and organism from May to August 1995. Residues founded in organisms living in the canals show possibility of passage of these xenobiotics from water to animals and plant.

Key-words: Lagoon, herbicides, rice, ecosystem.

Introduzione

Al fine di acquisire maggiori conoscenze sulla distribuzione e l'accumulo di sostanze potenzialmente tossiche in un ecosistema lagunare l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna ha predisposto un programma di ricerca della durata di un biennio, che prevede lo studio dell'impatto dell'uso di diserbanti impiegati in risaia, in un ecosistema naturale ben definito e delimitato quale è uno stagno (Baldi *et al.,* 1993; Ferrero, 1993). In questa fase vengono presentati i risultati iniziali, relativi al primo anno di ricerca.

Materiali e metodi

La zona oggetto di studio è lo stagno di Santa Giusta, presso l'agglomerato di Oristano, contiguo alla Piana di Pesaria, una vasta pianura ad agricoltura intensiva specializzata nella coltura del riso (Fig. 1).

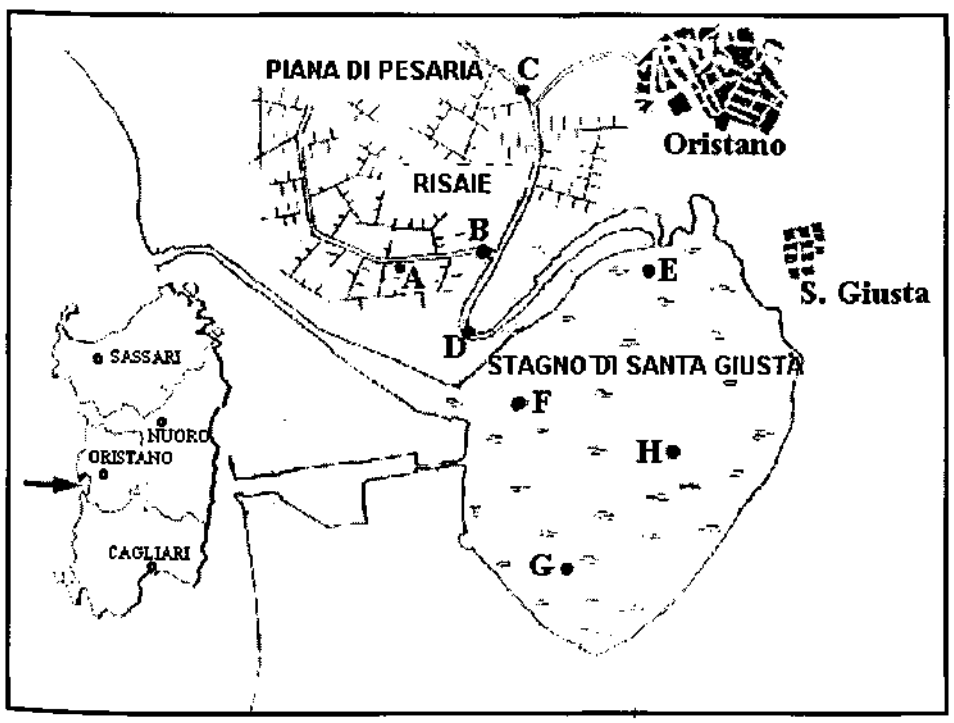


Fig. 1 - Cartina dello Stagno di Santa Giusta e della Piana di Pesaria. Le lettere indicano le stazioni di campionamento.

Map of Santa Giusta lagoon and of Piano di Pesaria rice-fields. Letters show sampling stations.

Sono state fissate otto stazioni di campionamento, divise in esterne (A,B,C,D) e interne allo stagno (E,F,G,H).

Sono stati prelevati campioni d'acqua in tutte le stazioni di campionamento indicate e inoltre, sia nello stagno che nei canali delle risaie, sono state campionate diverse specie ittiche.

I prelievi dei campioni sono stati effettuati con cadenza settimanale dal 4 maggio al 23 agosto 1995, sulla base del calendario di massima dei trattamenti con erbicidi che vengono eseguiti sulle risaie.

Sui campioni prelevati sono stati ricercati e determinati residui di Oxadiazon, Molinate, Propanile e del suo principale prodotto di degradazione, la 3-4 Dicloroanilina (Cabras *et al.,* 1982; Call *et al.,* 1983; Cormegna, 1992).

Risultati

Le analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati secondo la cadenza precedentemente esposta hanno fornito i seguenti risultati: nelle acque prelevate all'interno dello stagno non è mai stata riscontrata la presenza di residui di diserbanti tranne una sola volta, nel punto di prelievo E (punto nel quale il canale di raccolta delle acque reflue confluisce nello stagno) nel quale è stata rilevata la 3,4-DCA con una concentrazione di 0.16 µg/l; nelle acque dei canali perimetrali è stata al contrario riscontrata sistematicamente la presenza di residui degli erbicidi oggetto di studio.

L'oxadiazon, diserbante impiegato nella fase di presemina e considerato a limitato rischio ambientale, è stato riscontrato nelle stazioni A, B e C in tutto il periodo di campionamento, con valori di concentrazione di 5.3 µg/l, che nell'arco dei quattro mesi di prelievo ha subito un decremento fino ad arrivare a 0.1 µg/l.

Il molinate, impiegato nella fase di postsemina, è stato rilevato nelle tre stazioni A, B e C con concentrazioni che nell'arco di tre settimane decrescono da 30 a 0.15 µg/l. La presenza di molinate nelle acque nel periodo ristretto di tre settimane, può essere attribuita ad una elevata volatilizzazione, che dopo sette giorni dal trattamento riduce la concentrazione per il 78%.

Il propanile, impiegato sempre in fase di postsemina, ma con la risaia in asciutta, non è mai stato riscontrato nelle acque tal quale, ma sotto forma di 3,4-Dicloroanilina, il suo principale prodotto di degradazione. Questo erbicida è stato riscontrato nelle stazioni A, B, C e D il 21 giugno in basse concentrazioni mentre concentrazioni più elevate sono state rilevate i primi di luglio (95 µg/l). Questo incremento potrebbe essere dovuto a due fattori: o ad un secondo trattamento effettuato nelle risaie oppure potrebbe coincidere con il periodo in cui la risaia viene mandata in asciutta con conseguente scarico delle acque nei canali perimetrali.

Alla data dell'ultimo prelievo la 3,4-Dicloroanilina presentava nelle acque una concentrazione di 0.10 µg/l. Questi dati confermano il riscontro di residui dei prodotti di degradazione del propanile anche 90 giorni dopo il trattamento (Deuel, 1977).

Non sono stati rilevati residui dei principi attivi oggetto di studio negli organismi campionati all'interno dello stagno (crostacei, muggini, aguglie, sarpe, sogliole e saraghi).

Sui teleostei prelevati nei canali perimetrali, stazioni A e B, si è riscontrata al contrario la presenza sia dell'oxadiazon che del molinate (Tab. 1).

Tab. 1 - Concentrazione (mg/Kg) degli erbicidi riscontrati nei teleostei prelevati nei canali perimetrali.

Concentration (mg/kg) of herbicides in fin fish caught in the perimetral canals.

Stazione	A		B	
Data prelievo	4/05/95	17/05/95	30/05/95	6/06/95
Oxadiazon	0.48	1.97	3.69	0.83
Molinate	–	–	1.03	0.25

Conclusioni

I dati ottenuti evidenziano la correlazione esistente tra la presenza degli erbicidi riscontrati nelle acque dei canali perimetrali ed il calendario dei trattamenti che vengono effettuati sulle risaie, calendario che nell'anno 1995 ha subito uno slittamento di circa 15 giorni a causa delle condizioni particolarmente siccitose, che hanno causato, rispetto agli anni precedenti, la netta riduzione dei terreni coltivati a risaia. Per di più è stato attuato un meccanismo di ricircolo delle acque reflue di irrigazione tramite i canali che costeggiano i campi. Non si è quindi verificato il normale apporto delle acque reflue di risaia dentro lo stagno.

La correlazione ha avuto un ulteriore riscontro nei dati ottenuti dall'analisi dei teleostei prelevati nelle acque dei canali perimetrali e mette in evidenza la preoccupante possibilità del passaggio di tali xenobiotici nel comparto vivente.

Questa indagine relativa al primo anno di ricerca proseguirà nel 1996 e permetterà di valutare la distribuzione dei diserbanti nell'ecosistema in studio in condizioni metereologiche completamente diverse rispetto al 1995.

Bibliografia

BALDI M., MARCHETTI R., MARENA C., RIGANTI V. (1993) - Diffusione di erbicidi attraverso acque superficiali. *Inquinamento,* **3**: 68-72.

CABRAS P., DIANA P., MELONI M., PIRISI F.M. (1982) - Reversed-phase high-performance liquid chromatography of pesticides. VI* Separation and quantitative determination of some rice-field herbicides. *Journal of Chromatography,* **234**: 249-254.

CALL D.J., BROOKE L.T., KENT R.J., KNUTH M.L., ANDERSON C., MORIARITY C. (1983) - Toxicity, bioconcentration and metabolism of the herbicide propanil (3,4-dichloropropionanilide) in freshwater fish. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.,* **12**: 175-182.

CORMEGNA M., MAZZINI F., CAMPUS G.(1992) - Determinazione in acque di falda di erbicidi impiegati in risicoltura. *Inquinamento,* **7/8** Luglio/Agosto: 56-61.

DEUEL L.E.J., BROWN K.W. TURNER F.C., WESTFALL D. G. PRICE J.D. (1977) - Persistence of propanil, DCA, and TCAB in soil and water under flooded rice culture. *Journal Environ. Qual.*, **6** (2): 127-132.

FERRERO A., MAINI P. (1993) - Problematiche sul destino ambientale e sui residui di diserbanti impiegati in risaia. *Informatore Agrario,* **7**: 83-97.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 486-489

A. Orrù, G. Calaresu, G. Chessa, C. Testa, S. Mosca, F. Sechi

Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna
Via Duca degli Abruzzi, 8 - 07100, Sassari, Italia.

RILIEVI BIOMETRICI E RESIDUI DI MERCURIO NELLA POPOLAZIONE DI CORMORANO (*PHALACROCORAX CARBO SINENSIS*) (BLUMENBACH, 1798) SVERNANTE IN SARDEGNA NELL'ANNO 1995

BIOMETRICAL EVALUATIONS AND MERCURY LEVEL ON *PHALACROCORAX CARBO SINENSIS* WINTERING IN SARDINIA IN 1995

Abstract

Biometrical evaluations and mercury level determinations have been performed on a sample of cormorants (Phalacrocorax carbo sinensis) *(Blumenbach, 1798), killed in central western Sardinia coastal lagoons in 1995.*

Key-words: Cormorant, *Phalacrocorax carbo sinensis*, biometrical evaluations, mercury.

Introduzione

Phalacrocorax carbo sinensis (Blumenbach, 1798), ampiamente diffusa nelle zone umide della Sardegna, è specie prevalentemente svernante nell'Isola, anche se è presente un certo numero di coppie nidificanti nella costa occidentale.

Negli ultimi anni il cormorano è oggetto di approfonditi studi, soprattutto in ragione del fatto che essendo specie in fase di forte incremento demografico ed esclusivamente ittiofaga, con le sue abitudini alimentari sta avendo un notevole impatto sugli stock ittici dei diversi compendi lagunari.

Tale aumento demografico dovuto al riconoscimento di specie minacciata, con la conseguente emanazione inizialmente di norme protettive di singoli Paesi, tra cui nel 1977 l'Italia, e successivamente anche con l'emanazione della Direttiva Comunitaria 409/79, ha inasprito, soprattutto in Sardegna, il già contrastato rapporto con pescatori e piscicoltori, che hanno ottenuto dalla Regione la concessione dell'abbattimento controllato di un consistente numero di esemplari.

Il cormorano anche nell'Isola infatti ha avuto un progressivo incremento demografico passando, nella zona dell'Oristanese, dove le lagune sono più estese e la specie più diffusa, dagli 8000 individui del 1993 (Regione Autonoma Sardegna, Com. Reg. Faunistico, 1993) ai 13585 individui raggiunti il 1 dicembre del 1995 (Regione Autonoma Sardegna, Ass. Difesa Ambiente Settore Caccia e Pesca, 1995), che quotidianamente predano circa 300 grammi di biomassa ittica per esemplare (Addis *et al.*, 1995).

Il piano di abbattimento controllato, effettuato nei compendi ittici oristanesi, si è svolto in una prima fase nell'inverno 1994-95 e successivamente, in maniera più consistente, anche nell'inverno 1995-96.

Al fine di ottenere ulteriori informazioni sulla specie, in questo lavoro vengono riportati i risultati di una serie di indagini effettuate su esemplari abbattuti nel dicembre-gennaio 1994-95.

Risultati

Su 103 esemplari di Cormorano è stato determinato il sesso, riscontrando una sex-ratio ♂:♀ di 0,9:1,1 ed è stato rilevato il peso e operata la distinzione tra individui adulti e individui giovani (Tab. 1).

Tab. 1 - Numero, sesso, età, peso dei cormorani esaminati.

Number, sex, age, weight of examined cormorans.

FASCIA D'ETA'	SESSO	N° ESEMPLARI	PESO IN GRAMMI
ADULTI	♂	20	2752 (1830-3400)
	♀	23	2252 (1900-2700)
GIOVANI	♂	27	2447 (1800-3300)
	♀	33	2014 (1500-2250)

Relativamente al peso è rilevabile una differenza evidente tra i due sessi, sia sul totale della popolazione che all'interno delle forme adulte e giovani.

La differenza di peso a favore del maschio, come già rilevato in altri lavori (Boldreghini, 1993) è, nella popolazione esaminata, valutabile in circa il 20%.

Su 9 femmine sono state eseguite anche delle rilevazioni biometriche che vengono riportate in tabella 2 e che presentano valori confrontabili con analoghi studi presenti in letteratura (Cramp, 1977).

Tab. 2 - Rilievi biometrici in cm su femmine adulte.

Biometrical measures (cm) of adult females.

ALA	LUNGH. BECCO	ALTEZZA BECCO	TARSO	CODA	LUNGH. TOTALE
34,70	6,49	1,28	6,80	15,20	82,99
(33,40)	(6,10)	(1,10)	(6,42)	(14,45)	(79,72)
(36,40)	(7,12)	(1,51)	(7,26)	(17,31)	(86,41)

Inoltre, al fine di ottenere ulteriori informazioni sul livello di contaminanti in specie ornitiche, è stata effettuata la determinazione dei residui di mercurio presente su 103 campioni di fegato, 99 campioni di rene e 103 campioni di muscolo.

Come già evidenziato in precedenti segnalazioni (Cottiglia, 1984; Lambertini, 1986) la concentrazione più elevata si riscontra nel fegato, seguito dal rene e dal muscolo (Tabb. 3 e 4).

Tab. 3 - Contenuto di Hg (mg/Kg) nei cormorani esaminati divisi per fascia di età.

Hg content (mg/kg) in cormorans per age groups.

	FEGATO	RENE	MUSCOLO
ADULTI M+F	4.88	4.26	0.62
GIOVANI M+F	1.87	1.56	0.61

È evidente inoltre, a livello di tutte e tre le matrici analizzate, la marcata differenza riscontrata tra la popolazione dei cormorani adulti rispetto a quelli giovani (Tab. 3), a causa della lenta eliminazione del metallo che tende ad accumularsi nell'organismo, con un incremento progressivo dei residui con il tempo di esposizione.

Una interessante osservazione può essere effettuata confrontando la concen-

Tab. 4 - Contenuto di Hg (mg/Kg) nei cormorani esaminati divisi per sesso.
Hg content (mg/kg) in sexed cormorans.

	FEGATO	RENE	MUSCOLO
MASCHI (ADULTI + GIOVANI)	4.45	3.84	0.66
FEMMINE (ADULTE + GIOVANI)	2.01	1.80	0.58

trazione di mercurio negli esemplari esaminati divisi per sesso. La tabella 4 evidenzia come il contenuto di mercurio sia costantemente maggiore nella popolazione maschile rispetto a quella femminile.

Ciò potrebbe essère spiegato con il fatto che il maschio, avendo una taglia maggiore della femmina ha anche necessità di un fabbisogno alimentare maggiore e di conseguenza ingerisce una quantità di biomassa ittica superiore a quella della femmina.

Inoltre, rispetto alla femmina, è in grado di ingerire pesci di dimensioni superiori, cioè di età più avanzata e di conseguenza con un contenuto più alto di mercurio.

Questi fattori sommati portano a una maggior quantità complessiva di mercurio introdotto dal maschio rispetto alla femmina.

Una ulteriore considerazione può essere effettuata confrontando la concentrazione di mercurio riscontrata nelle diverse matrici esaminate dei cormorani con le concentrazioni medie dello stesso metallo riscontrate nel tessuto muscolare di prodotti ittici pervenuti nel nostro laboratorio durante tutto il 1995 e provenienti dal Mediterraneo.

Sono stati usati per confronto 374 campioni di muscolo di prodotti ittici suddivisi in 54 molluschi bivalvi, 41 molluschi cefalopodi, 12 crostacei, 167 pesci planctonici e 100 pesci predatori, tra cui numerosi pesci spada e tonni di notevoli dimensioni.

I campioni sono stati analizzati singolarmente e le concentrazioni medie delle diverse classi sono state confrontate con le concentrazioni riscontrate nei cormorani (Fig. 1).

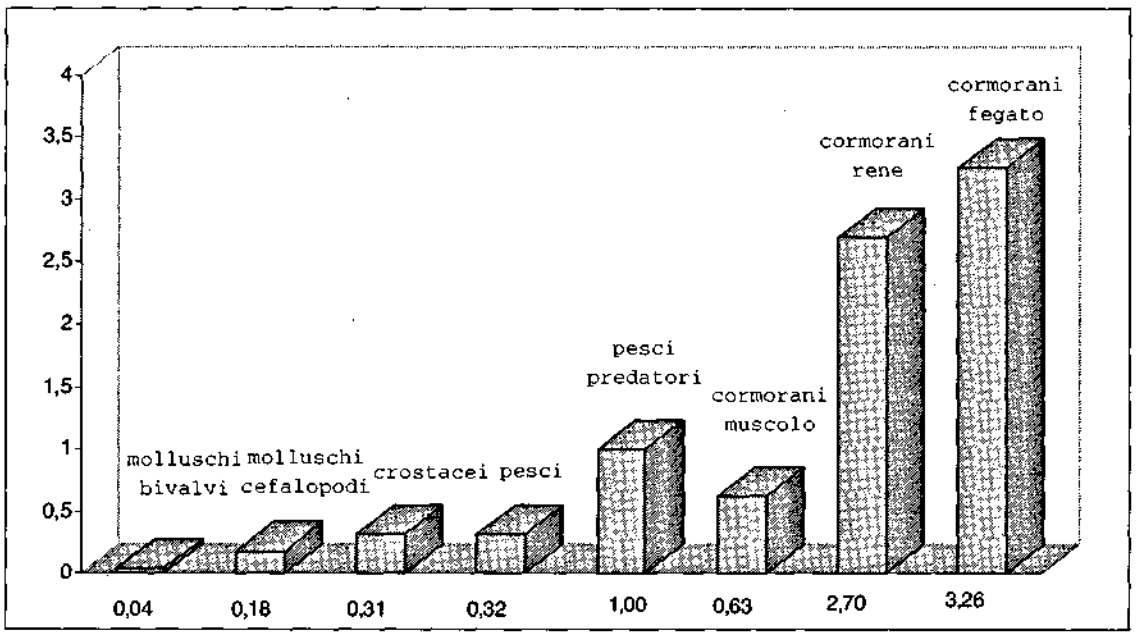


Fig. 1 - Concentrazioni medie di Hg in mg/Kg in varie classi di organismi marini.
Average concentration of Hg (mg/kg) in different groups of marine organisms.

Come evidenziato nel grafico la concentrazione di mercurio nel muscolo di cormorano si avvicina a quella riscontrata nel muscolo dei predatori mediterranei, che appartengono al livello trofico più alto, cui corrisponde anche il cormorano, e che presentano il noto fenomeno della biomagnificazione, cioè dell'aumento della concentrazione di mercurio lungo le reti trofiche (Bargagli, 1994).

La minore quantità di residui di metallo riscontrata nel muscolo di cormorano rispetto a quella riscontrata nello stesso tessuto dei pesci predatori, nonostante il comportamento alimentare, causa principale della immissione di mercurio nell'organismo, sia confrontabile, è molto probabilmente dovuta al fenomeno della migrazione compiuta dal cormorano. Esso permane nell'area mediterranea per sei mesi all'anno, durante l'inverno, quando perciò tra l'altro le temperature medie sono anche più basse e la ricircolazione del mercurio è meno favorita, mentre in seguito migra in zone che presentano una minore concentrazione ambientale di mercurio, dove la biomassa ittica, che rappresenta la dieta del cormorano, fornisce di conseguenza anche un minor apporto del metallo.

Bibliografia

ADDIS P., CUCCU D., DAVINI M.A., FOLLESA M.C., MURENU M., SABATINI A., CAU A. (1995) - Incidenza del comportamento alimentare di *Phalacrocorax carbo sinensis* (Blumenbach, 1798) sulle produzioni ittiche in alcune lagune sarde. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 69-75.

BARGAGLI R. (1994) - Bioaccumulo di metalli pesanti nelle reti trofiche marine. Atti Giornata di Studio Organismi come bioindicatori ambientali. Trieste: 65-77.

BOLDREGHINI P., SANTOLINI R., VOLPONI S. (1993) - Il cormorano. *Laguna*, **14/15**: 28-33.

COTTIGLIA M., MASCIA C., MOCCI DEMARTIS A. (1984) - Regimi alimentari, migrazioni e bioaccumulo di mercurio in due specie di uccelli tuffatori lagunari. Rendiconti Seminario Facoltà Scienze, Univ. Cagliari, **54**: 69-76.

CRAMP S., SIMMONS K.E.L. (1977) - *The birds of the western paleartic. Vol. 1*, Oxford Univ. Press, Oxford: 199-207.

LAMBERTINI M., LEONZIO C. (1986) - Livelli di contaminanti e loro effetti sugli uccelli marini del Mediterraneo. Atti 1° simposio sugli uccelli marini del Mediterraneo. Alghero: 341-359.

REGIONE AUTONOMA SARDEGNA (COM. REG. FAUNISTICO) (1993) - Censimento invernale degli uccelli acquatici nelle zone umide della Sardegna.

REGIONE AUTONOMA SARDEGNA (Assessorato della Difesa dell'Ambiente Settore Caccia e Pesca) (1995) - Primi dati sulle variazioni del numero dei Cormorani presenti nei principali compendi ittici dell'Oristanese. Periodo 1-30 Dicembre.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 490-492

D. Pellegrini, S. Giuliani*, F. Onorati*, N. Bigongiari*
S. De Ranieri*, P. Meschini**

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
Via L. Respighi, 5 - Roma, Italia.
*Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno, Italia.
**Acquario Comunale "D. Cestoni", Livorno, Italia.

IMPIEGO DI DUE SAGGI BIOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA TOSSICITÀ DI SEDIMENTI DEL PORTO DI PIOMBINO

TWO BIOASSAYS FOR SEDIMENT HARBOUR TOXICITY AT PIOMBINO

Abstract

Two harbour sediments are tested with two bioassays (Microtox® and Corophium orientale). *Forthermore physical-chemical analysis are carried out. Results of analytical analysis and bioassays are comparable: they show the highest values in the inner station.*

Key-words: sediment, bioassay, *Corophium orientale,* Microtox®.

Introduzione

I sedimenti portuali destinati al dragaggio sono spesso fortemente contaminati da un'ampia varietà di sostanze inorganiche ed organiche. Attualmente in Italia la caratterizzazione qualitativa dei materiali da movimentare viene effettuata prevalentemente sulla base di analisi chimico-fisiche. Tuttavia, è ormai accertato che la corretta valutazione della qualità dei sedimenti marini necessita di un approccio multidisciplinare integrato (chimico, biologico e tossicologico) (Chapman, 1990), con particolare riguardo all'applicazione di saggi biologici (EPA/USACE, 1991,1994).

I saggi applicati alla matrice solida misurano direttamente gli effetti tossicologici della frazione biodisponibile sulle specie-test, contribuendo alla valutazione dei potenziali effetti dei contaminanti sulle comunità naturali. Tale approccio integrato, pertanto, fornisce i criteri per una appropriata destinazione del materiale da dragare.

Campioni di sedimento del porto di Piombino (Li) sono stati caratterizzati sia da un punto di vista chimico-fisico che tossicologico. Le specie-test utilizzate, diverse per ecologia e sensibilità ai tossici, sono state il batterio bioluminescente *Photobacterium phosphoreum* (Microtox®) e l'anfipode *Corophium orientale*, endemico del Mediterraneo ed idoneo ai saggi biologici (Bigongiari *et al.*, 1996).

Materiali e metodi

Il campionamento, effettuato con una benna Van Veen, ha interessato due stazioni del porto di Piombino: A (più esterna) e B (più interna). I campioni sono stati conservati a 4 °C fino all'esecuzione dei saggi biologici (entro 48 h) e a -20 °C per le analisi chimico-fisiche secondo le metodiche riportate in Pinto *et al.* (1995).

Microtox®: Il sedimento (tal quale e centrifugato a 6000 rpm per 20 min. a 4 °C) è stato analizzato secondo il protocollo Large Sample Procedure (Microbics

Co., 1992) con una variante riguardo al diluente, sostituito da acqua di mare sintetica al 35 ‰. I risultati sono stati espressi in Unità Tossiche (TU_{50} = $1/EC_{50}$ x 100) e riferiti al peso secco.

Corophium orientale: Gli individui, localizzati in un'area di controllo lungo il litorale toscano, sono stati raccolti tramite setacciatura del sedimento (0,5 mm) e adattati alle condizioni di laboratorio (Pellegrini *et al.*, 1996). Il saggio è stato condotto secondo il protocollo olandese per il *Corophium volutator* (Ciarelli, 1994), verificando tramite t-Student la differenza di mortalità tra campione e controllo. Il sedimento di controllo, essenzialmente sabbioso, è stato prelevato nell'area di campionamento degli organismi.

Risultati e discussione

I dati chimico-fisici (tab. 1) e i risultati dei saggi (tab. 2) evidenziano una tossicità dei sedimenti piuttosto elevata, sebbene nel saggio eseguito sul *C. orientale*

Tab. 1 - Caratteristiche chimiche e fisiche dei sedimenti portuali.

Chemical and physical characteristic of the harbour sediments.

Staz.	Pelite %	S.org. %	Cd*	Cr*	Cu*	Hg*	Ni*	Pb*	IPA* tot.
A	69,9	5,1	0,3	129,3	58,9	0,6	68,0	150,7	8,3
B	92,7	6,6	4,1	196,9	100,5	1,7	75,8	69,9	39,1

* Espressi in mg/kg p.s.

Tab. 2 - Risultati saggi biologici.

Biological tests.

		MICROTOX®		
STAZIONE	TU50	LIMITI CONF. 95%	SLOPE	R^2
A tal quale	312,7	295,1 - 331,3	1,3009	0,999
A centrif.	1066,9	844,8 - 1347,2	1,5413	0,993
B tal quale	1653,9	1658,1 - 1755,6	1,3980	0,998
B centrif.	4240,2	3978,7 - 4518,9	1,4175	0,998

C. orientale (mortalità % e dev. std.)		
STAZIONE A	STAZIONE B	CONTROLLO
1 ± 0,4	4 ± 1,3	1 ± 0,4

la differenza di mortalità tra i campioni e il controllo non risulti significativa. In particolare la maggior tossicità della stazione B, può essere attribuita ad un più alto apporto di sostanze tossiche, ad un minore ricambio idrico e ad una preponderante presenza della frazione pelitica.

Il Microtox® con sedimento centrifugato è risultato essere il saggio più sensibile.

Bibliografia

BIGONGIARI N., GIULIANI S., PELLEGRINI D., MESCHINI P. (1996) - Preliminary study on sediment bioassay with mediterranean amphipod *Corophium orientale. Proceedings of Sixth SETAC-Europe Annual Meeting*, Taormina, (Italy), May 19-22, 1996: 219 pp.

CHAPMAN P.M. (1990) - The sediment quality triad approach to determining pollution-induced degradation. *Sci. Tox. Environ.*, **97** (8): 815-825.

CIARELLI S. (1994) - *Guideline for conducting 10-day static sediment toxicity tests using marine or estuarine amphipods. Report from the Tidal Water Division*, Middelburg, The Netherland: 17 pp.

EPA/USACE (1991) - *Evaluation of dredged material proposed for ocean disposal - Testing manual EPA-503/8-91/001*, Washington, D.C.

EPA/USACE (1994) - *Evaluation of dredged material proposed for discharge in water of the U.S. - Testing manual (Draft). EPA-823-F-94-002*, Washington, D.C.

MICROBICS CORPORATION (1992) - *Microtox® Manual, a Toxicity Testing Handbook.* Carlsband, CA.

PELLEGRINI D., BIGONGIARI N., GIULIANI S., MELLARA F., ONORATI F. (1996) - Valutazione della tossicità di sedimenti portuali tramite l'impiego di saggi biologici: risultati preliminari. *S.It.E. Atti* **17**: 379-382.

PINTO B., PELLEGRINI D., GABELLINI M., AUSILI A. (1995) - Harbour and coastal sediment chemistry and toxicity: a preliminary assessment of dradging and activities. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, **4**: 249-255.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 493-495

A. RINALDI, C.R. FERRARI, G. MONTANARI, A. GHETTI

Struttura Oceanografica Daphne - ARPA Emilia-Romagna,
V.le Vespucci, 2 - Cesenatico (FO), Italia.

EFFETTI DI UNA PIENA ECCEZIONALE DEL PO SULLO STATO DELLE ACQUE DELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE

EFFECTS OF AN EXCEPTIONAL PO'S FLOOD IN N-W ADRIATIC

Abstract

Po's exceptional flood in November 1994 provoked the flow of considerable loads of nutrients into coastal waters of Emilia-Romagna, which set off persistent and diffuse microalgae blooms, essentially supported by Diatoms. The strong salt stratification together with the hydrodinamic stasis contributed to hypoxia/anoxia of bottom waters, with a significant state of suffering and damage of the bentic fauna.

Key-words: Po's exceptional flood. Effects.

Introduzione

L'eccezionale piena del fiume Po, verificatasi nel novembre 1994, con un picco massimo di portata di 8.830 mc/sec, registrato a Pontelagoscuro (FE) l'11 novembre, ha determinato nelle acque costiere dell'Emilia-Romagna marcate stratificazioni aline, con isolamento degli strati profondi. Nel periodo successivo all'evento condizioni meteo-marine stabili, caratterizzate da mare calmo e venti dominanti da Nord-Ovest, hanno contribuito sinergicamente al mantenimento di tali distrofie.

Per verificare gli eventuali danni a livello di ecosistema bentonico, a partire dal 13 novembre, per tre settimane consecutive, nelle acque costiere prospicienti la regione Emilia-Romagna, si è provveduto ad intensificare l'attività di monitoraggio su un'area di circa 2.500 Km^2.

Materiali e metodi

Dal 13 novembre fino al 13 dicembre, con frequenza bisettimanale, sono state monitorate, tramite il battello oceanografico Daphne, 34 stazioni distribuite nei 125 Km di costa emiliano-romagnola, fino ad una distanza verso il largo di 20 Km (fig. 1). A bordo del battello con sonda Idronaut, mod. Ocean Seven 401, sono stati rilevati i parametri fisici e chimici quali: temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla "a". Nei laboratori a terra sono state eseguite sia le determinazioni dei sali nutritivi (N-NO3, N-NO2, N-NH3, N-tot, P-PO4, P-tot, Si-SO2), con metodiche in uso applicate ad un autoanalizzatore della "Bran-Luebbe" mod. Traacs 800, sia le analisi quali-quantitative del fitoplancton secondo il metodo Utermöhl.

Risultati

Il cospicuo apporto di acque fluviali ha determinato bassi valori di salinità in tutta l'area controllata. Nelle acque aperte ove il valore medio è di circa 36 è stato rilevato un minimo di salinità di 9,5 il 14 novembre nella stazione 1002

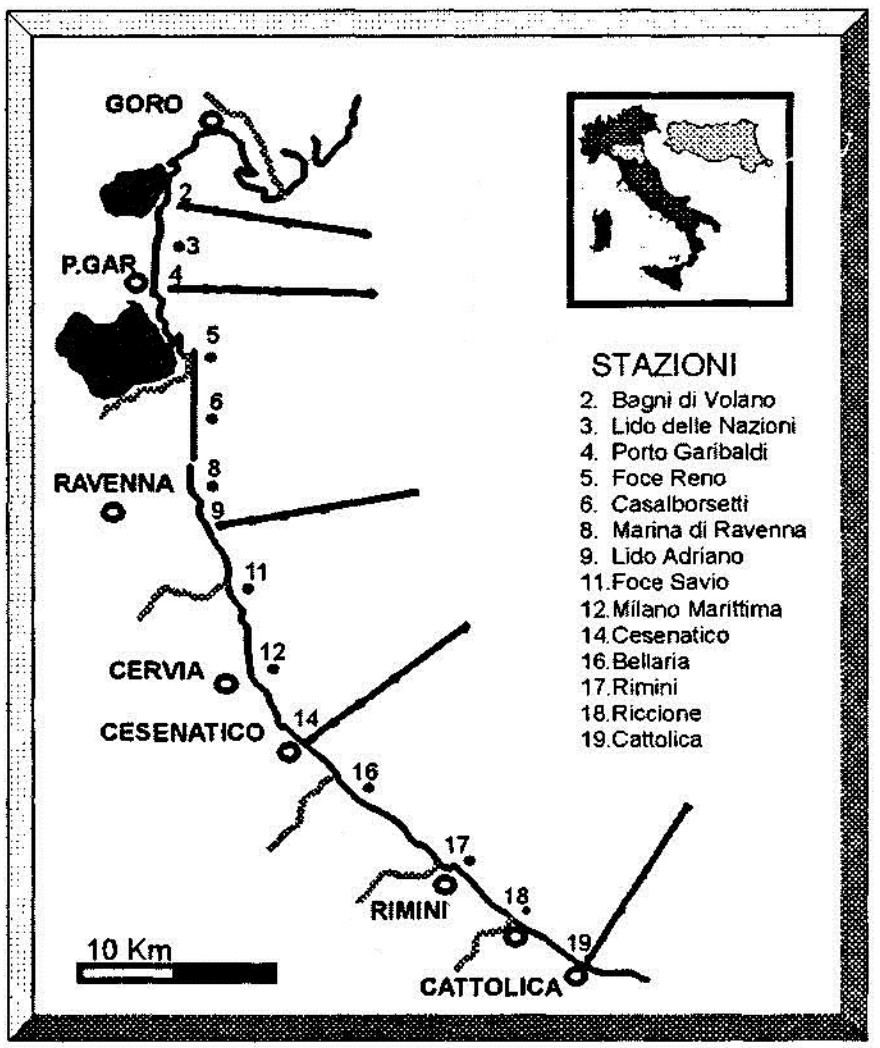


Fig. 1 - Reticolo delle stazioni di monitoraggio.
Monitoring stations.

posta a 10 Km al largo di Bagni di Volano. Anche in costa per alcune settimane sono stati rilevati valori di salinità attorno a 20-22 a fronte di valori medi annuali di 31-33. Conseguentemente, si sono avute forti stratificazioni aline che hanno isolato le acque profonde. L'assenza di moto ondoso ha favorito il perdurare di tale condizione. L'analisi dei nutrienti ha evidenziato elevate concentrazioni di sali di azoto (totale, nitrico, nitroso) e di silice reattiva. Il valore più elevato di azoto nitrico di 1500 µg/l è stato registrato il 14/11/94 nel transetto di Bagni di Volano a 10 km da costa (st.1002), per la silice reattiva e per l'azoto totale sono stati rilevati valori rispettivamente di 1997 µg/l e di 2256 µg/l il 17/11/94 nel transetto di Porto Garibaldi a 10 km da costa (st.1004). La componente fosfatica è rimasta invece su valori contenuti di concentrazione. L'incremento dei nutrienti ha innescato estese fioriture microalgali. Aumenti della biomassa fitoplanctonica sono stati osservati a partire dal 16 novembre inizialmente nella parte meridionale della costa, successivamente in quella centrale e settentrionale. In tutti i casi le fioriture sono state sostenute da Diatomee (con predominanza dei generi *Chaetoceros e Rhizosolenia*) e da flagellate (Cloroficee, Euglenoficee, ecc.). Il valore più alto di densità cellulare si è registrato il 12 dicembre con 19.657.600 cell/l di Diatomee. Per un effetto sinergico di più fattori (sedimentazione di particolato organico, intensi processi respiratori negli strati d'acqua prossimi al sedimento e soprattutto la netta stratificazione) si sono avute estese e persistenti condizioni di ipossia/anossia (fig. 2). Lo stato di anossia ha inizialmente interessato la zona davanti a Ravenna, in seguito si è esteso verso il delta padano. La fase iniziale dello stato anossico è

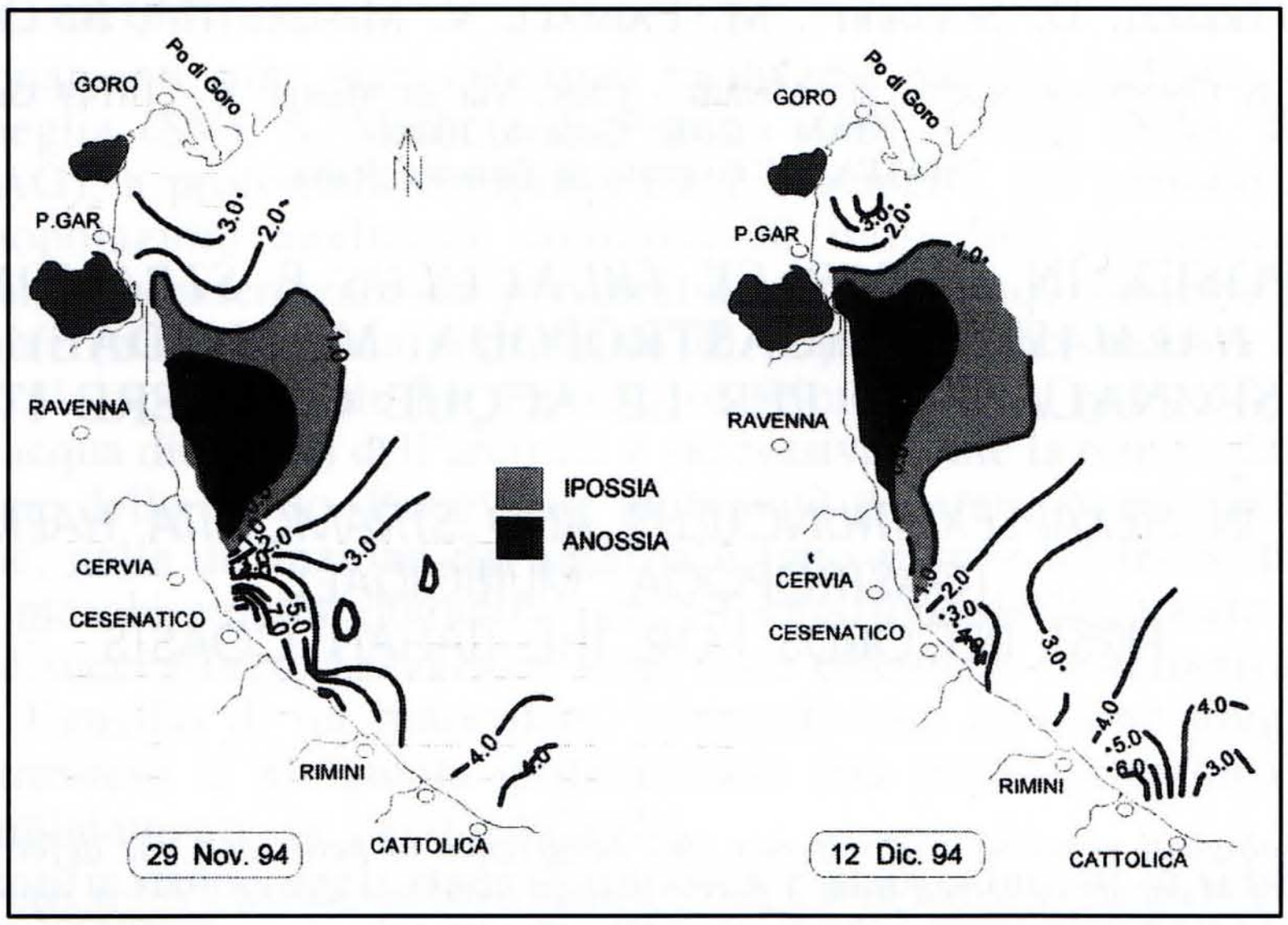


Fig. 2 - Ossigeno disciolto in mg/l nelle acque di fondo

Dissolved oxygen (mg/l) in the botton waters.

probabilmente da mettere in relazione con il contrapporsi di fronti d'acqua a diversa densità. In particolare si è assistito alla segregazione di masse d'acqua in costa, conseguente al sovrapporsi della "plume" discendente dalle foci del Po ad acque a più elevata salinità. Il persistere di condizioni caratterizzate da carenza di ossigeno ha determinato diffuse morie di organismi bentonici. Solo verso la fine di dicembre, con l'instaurarsi di condizioni meteo-marine instabili (forti mareggiate ed abbassamento generalizzato della temperatura), si sono ripristinate condizioni normali.

Conclusioni

Dai dati raccolti emerge che l'innesco della condizione anossica è ascrivibile principalmente al persistere di una stratificazione alina e di condizioni meteo-marine caratterizzate da scarsa turbolenza. In queste condizioni nelle acque profonde tende rapidamente ad instaurarsi un pronunciato deficit di ossigeno dovuto ai processi respiratori e alla decomposizione della sostanza organica prodotta dai blooms e del detrito organico immesso dal Po.

Diversa è in genere la dinamica degli eventi di anossia che si verificano in estate-autunno (Rinaldi *et al.*, 1993). Tali eventi sono determinati in primo luogo dalla comparsa di blooms microalgali; sulla loro intensità e durata possono influire significativamente le elevate temperature e la presenza di marcati e persistenti termoclini. In ambedue gli scenari sono evidenti importanti sinergismi tra fattori fisici e chimici e attività e funzioni delle comunità biologiche.

Bibliografia

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R., (1993) - Anossie nelle acque costiere dell'Adriatico Nord-Occidentale. Loro evoluzione e conseguenze sull'ecosistema bentonico. *Biologia marina, suppl. Notiziario* S.I.B.M., **1**: 79-89.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 496-499

A. Terlizzi, D. Scuderi*, M. Faimali, V. Minganti**, S. Géraci

Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli - CNR, Via de Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.
*IAN - CNR, Genova, Italia.
**IATFA - Università di Genova, Italia.

IMPOSEX IN *HEXAPLEX TRUNCULUS* E *STRAMONITA HAEMASTOMA* (GASTROPODA, MURICIDAE): PRIME SEGNALAZIONI PER LE ACQUE COSTIERE ITALIANE

IMPOSEX IN *HEXAPLEX TRUNCULUS* AND *STRAMONITA HAEMASTOMA* (GASTROPODA, MURICIDAE): FIRST RECORDS FOR THE ITALIAN COASTS

Abstract

The morphological expression of imposex (the occurrence of penis and vas deference in females) in two species of Muricids collected from different Italian localities during 1995 is reported. The extent of this phenomenon, that is known to be strictly related to coastal contamination by TBT based anti-fouling paints, can be considered as a signal of a diffused TBT pollution along Italian coasts.

Key-words: *Hexaplex trunculus*, *Stramonita haemastoma*, imposex, biomonitoring, tributyltin.

Introduzione

La maggior parte dei Molluschi Prosobranchi Gasteropodi presenta sessi separati e, fino alla metà degli anni '60, la presenza/assenza di certe caratteristiche maschili (pene, dotto spermatico) veniva comunemente adottata quale fattore di distinzione dei sessi (Fretter, Graham, 1962).

Le prime alterazioni indotte a carico dell'apparato sessuale femminile furono osservate, in *Nassarius obsoletus*, da Smith (1971) che definì come *imposex* (o pseudoermafroditismo) "l'imposizione di caratteri sessuali maschili nelle femmine di Gasteropodi gonocorici".

Ulteriori studi hanno permesso di osservare con frequenza sempre maggiore le anomalie sopracitate ed hanno dimostrato quanto esse siano strettamente correlate al bioaccumulo di certi composti organostannici (TBT, Stagno tributile) (Gibbs *et al.*, 1987; Bryan *et al.*, 1988).

La presenza di tali composti nelle acque costiere è il risultato del massiccio impiego di prodotti antivegetativi a base di stagno, presenti sul mercato a partire dalla fine degli anni '60.

Attualmente lo pseudoermafroditismo è stato evidenziato in 63 generi di 118 specie differenti (Fioroni *et al.*, 1991) e poiché il TBT è risultato essere il principale responsabile di tali alterazioni, il grado di imposex in differenti popolazioni viene sempre più adoperato quale strumento di biomonitoraggio della contaminazione ambientale da tale composto.

Nel presente lavoro vengono osservati e per la prima volta rappresentati schematicamente i vari stadi di imposex in due specie di Gasteropodi (*Hexaplex trunculus* e *Stramonita haemastoma*) appartenenti alla famiglia Muricidae.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati in diverse località italiane, Celle Ligure (SV), Laigueglia (SV), S. Michele di Pagana (GE), Portici (NA), Taranto, Isola di Linosa (AG), a profondità compresa tra 2 e 5 metri, nel periodo aprile/agosto 1995. Le popolazioni analizzate (minimo 20 individui) provenivano da zone differentemente caratterizzate da presumibili fonti di inquinamento da composti organostannici (traffico natanti, presenza di porti, cantieri navali).

Il protocollo sperimentale ha previsto in primo luogo l'anestesia (Soln al 7% di $MgCl_2$ in acqua distillata) dell'animale e successivamente la rottura della conchiglia e la rimozione dello stesso. Per evitare ambiguità generate da eventuali alterazioni morfologiche, nella distinzione dei sessi si è fatto ricorso all'individuazione della prostata nei maschi e della ghiandola per la formazione delle capsule ovigere nelle femmine. Le successive osservazioni sono state effettuate su animali sessualmente maturi, con l'ausilio di un binoculare, operando una incisione longitudinale del mantello attraverso la ghiandola ipobranchiale (tra retto e ctenidio) in modo da esporre completamente la cavità palleale.

Per l'identificazione degli stadi di imposex è stato adottato lo schema proposto da Gibbs *et al.* (1987), parzialmente modificato da Axiak *et al.* (1995) (*H. trunculus*) e da Spence *et al.* (1990) (*S. haemastoma*). Secondo tale schema (VDS, Vas Deference Sequence) la media dei vari stadi di imposex nei singoli individui rappresenta un indice del grado di contaminazione della zona considerata.

Risultati

In Figg. 1 e 2 sono rappresentati i vari stadi di imposex osservati nelle femmine delle due specie considerate. In entrambi i casi lo stadio zero è quello relativo a femmine con caratteristiche sessuali normali.

Abbreviazioni: A, ano; V, vulva; VD, vaso deferente; P, pene; CO, capsule ovigere abortive.

Abbreviations: A, anus; V, vulva; VD, vas deferens; P, penis; CO, aborted capsules.

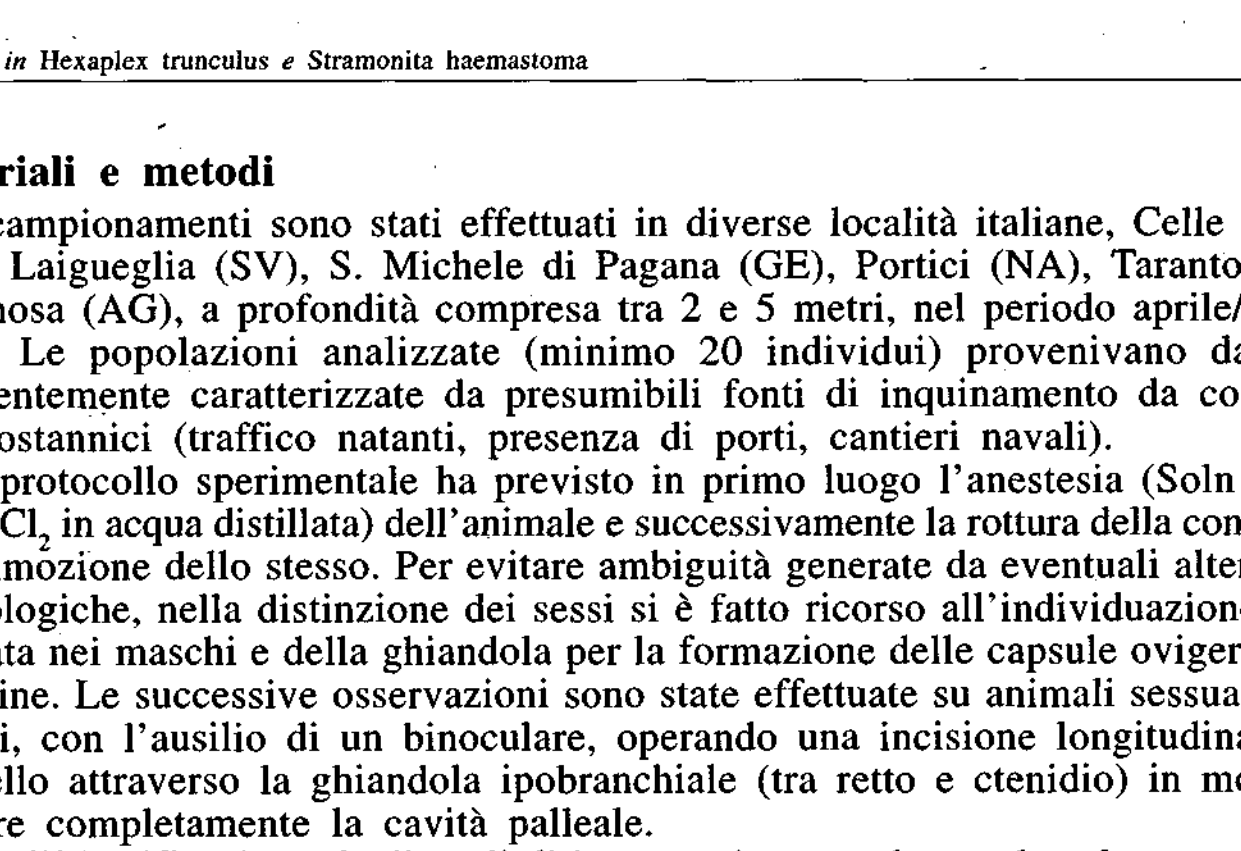


Fig. 1 - Vas Deference Sequence in *Hexaplex trunculus.*

Vas Deference Sequence in *Hexaplex trunculus.*

Abbreviazioni: A, ano; V, vulva; VD, vaso deferente; P, pene; CT, ctenidio;

Abbreviations: A, anus; V, vulva; VD, vas deferens; P, penis; CT, ctenidium;

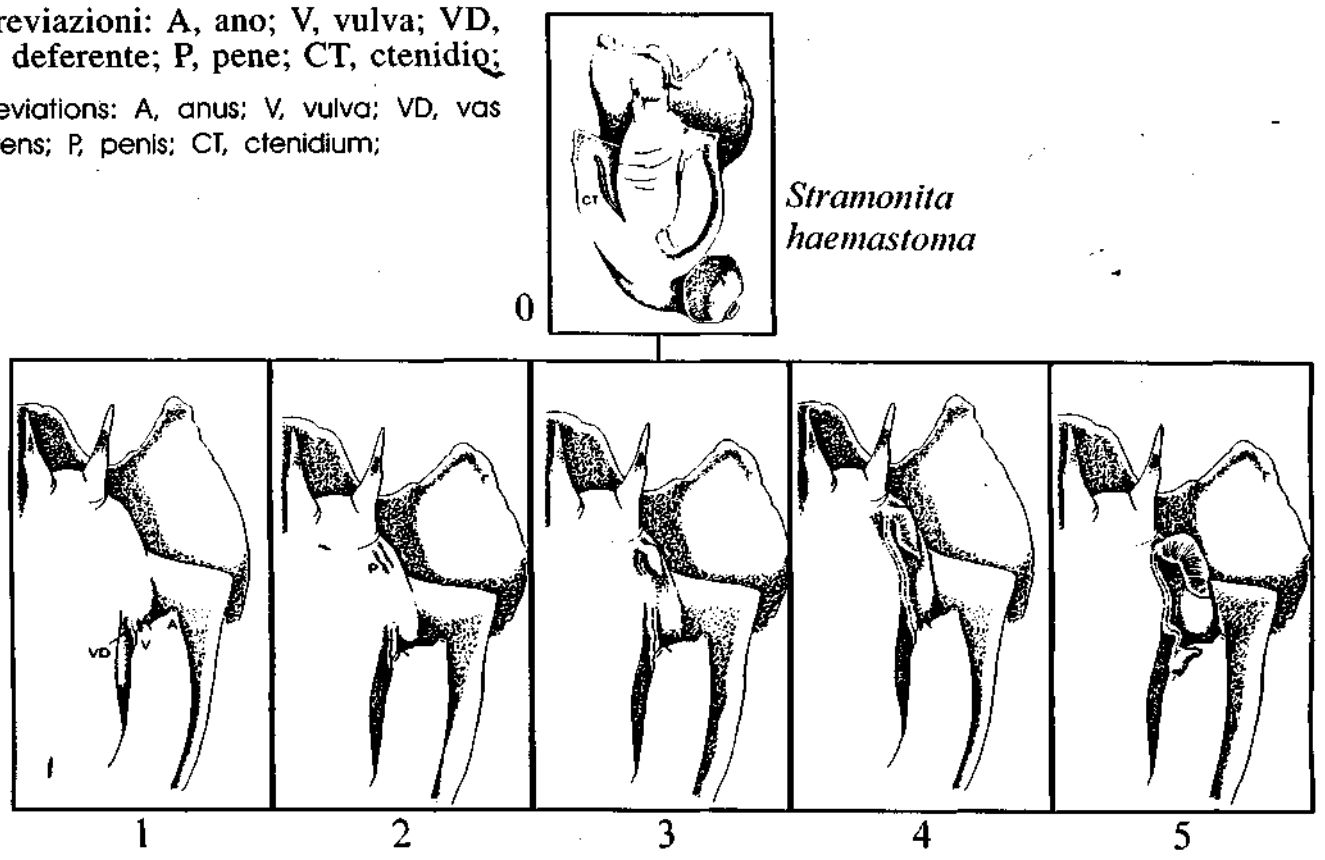


Fig. 2 - Vas Deference Sequence in *Stramonita haemastoma.*

Vas Deference Sequence in *Stramonita haemastoma.*

Per *H. trunculus*, il primo stadio è riconoscibile dalla formazione di una cresta, primo abbozzo di pene, localizzata dietro il tentacolo cefalico destro. Successivamente il pene assume dimensioni sempre più paragonabili a quelle dei maschi della stessa classe di taglia e, parallelamente, sviluppa un dotto spermatico e un vaso deferente (stadi 2 e 3). Allo stadio 4 il vaso deferente raggiunge l'apertura vaginale, la supera (st. 4,3) e si estende lungo la porzione ventrale della ghiandola della capsula (st. 4,7). Nei casi più gravi, (st. 5) l'iperplasia del vaso deferente provoca la rottura di tale ghiandola e il conseguente stato di sterilità dell'animale. A questo stadio è spesso possibile osservare accumulo di capsule ovigere abortive.

In *S. haemastoma* l'imposex comincia a manifestarsi con lo sviluppo, nella regione ventrale della papilla genitale, della porzione prossimale del vaso deferente. Lo sviluppo del pene è secondario (st. 2) ed è seguito dalla formazione del dotto spermatico e della porzione distale del vaso deferente (st. 3). Successivamente le due porzioni si fondono in un unico vaso (st. 4) e la proliferazione del tessuto di quest'ultimo porta, nei casi estremi (stadio 5) all'occlusione della vulva. La sterilizzazione, in questo caso è provocata dall'impedimento della copulazione.

Tutti gli individui analizzati, eccezion fatta per quelli provenienti da Linosa hanno presentato anomalie morfologiche a carico dell'apparato sessuale con valori di VDS compresi tra 3,9 (Taranto) e 5 (S. Michele di Pagana).

Discussione e conclusioni

Nel presente lavoro sono stati osservati tutti gli stadi di imposex riportati in letteratura relativi alle due specie esaminate.

L'elevato grado di imposex registrato e l'estrema rarità con cui vengono osservate femmine con caratteristiche sessuali normali, fa supporre una contaminazione più

o meno marcata delle acque costiere italiane e ciò sembra venir confermato da risultati preliminari, ottenuti mediante determinazione gas-cromatografica con rilevazione ad emissione atomica, che mostrano, per la maggioranza dei campioni, una buona correlazione tra valore di VDS e concentrazione tissutale di TBT.

Il grado di pseudoermafroditismo, in Gasteropodi quali *Nucella lapillus*, si è già rivelato un affidabile indicatore della presenza di composti organici dello stagno in recenti programmi di monitoraggio delle acque costiere. È peraltro da rilevare che questa specie è pressoché assente nelle acque mediterranee a differenza di *H. trunculus* e *S. haemastoma*, Muricidi tra i più diffusi.

L'uso di *H. trunculus* quale bioindicatore ha già permesso di evidenziare una contaminazione più o meno diffusa lungo le coste maltesi (Axiak *et al.*, 1995), mentre per l'Italia gli unici dati relativi alla concentrazione di organostannici nelle acque costiere riguardano dosaggi effettuati su campioni d'acqua (Alzieu *et al.*, 1991), su sedimenti e mitili (Geraci *et al.*, 1990) e non esistono informazioni riguardanti il grado di imposex di questo e di altri Gasteropodi. Il recente adeguamento dell'Italia alle vigenti normative europee ha però posto severe limitazioni all'uso e alla commercializzazione delle vernici antifouling a base di stagno e la possibilità di ottenere informazioni sul livello di contaminazione delle acque italiane tramite il grado di imposex sembra assumere notevole importanza anche in vista di studi a lungo termine che verifichino la reale efficacia di tali provvedimenti legislativi.

Bibliografia

ALZIEU C., MICHEL P., TOLOSA I., BACCI E., MEE L.D., READMANN J.W. (1991) - Organotin compounds in the Mediterranean: a continuing cause for concern. *Mar. Environ. Res.*, **32**: 261-270.

AXIAK V., VELLA A.J., MICALEFF D., CHIRCOP P. (1995) - Imposex in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae): first results from biomonitoring of tributyltin contamination in the Mediterranean. *Mar. Biol.*, **121**: 685-691.

BRYAN G.W., GIBBS P.E., BURT G.R (1988) - A comparison of the effectiveness of Tri-N-Butyltin Chloride and five other organotin compounds in promoting the development of imposex in the dog-whelk, *Nucella lapillus. J. mar. Ass. U.K.*, **68**: 733-744.

FIORONI P., OEHLMANN J., STROBEN E. (1991) - The Pseudohermaphroditism of Prosobranchs; Morphological Aspects. *Zool. Anz.*, **226**: 1-26.

FRETTER V., GRAHAM A. (1962) - *British Prosobranch Molluscs*. London, Ray Society: 755 pp.

GERACI S., CARDELLICCHIO N., MARRA C., PATERNO P. (1990) - Tributyltin levels in Mussels and sediments in Italian Coastal Waters. *Rap. Comm. int. Mer Médit.*, **32**: 1.

GIBBS P.E., BRYAN G.W., PASCOE P.L., BURT G.R. (1987) - The use of dog-whelk, *Nucella lapillus,* as an indicator of tributyltin (TBT) contamination. *J. mar. Ass. U.K.*, **67**: 507-523.

SMITH B.S. (1971). Sexuality in the American mud-snail, *Nassarius obsoletus* Say. *Proceedings of the Malacological Society of London,* **39**: 377-378.

SPENCE S.K., HAWKINS S.J., SANTOS R.S. (1990). The Mollusc *Thais haemastoma* - An Exhibitor of "Imposex" and Potential Biological Indicator of tributyltin Pollution. P.S.Z.N.I.: *Mar. Ecol.*, **11** (2): 147-156.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 500-501

A. M. De Biasi, L. Torricelli*, S. Aliani**

Consorzio Interuniversitario di Biologia Marina, Piazzale Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.
*P.zza V. Emanuele 5 - Monterosso (SP), Italia.
**Stazione Oceanografica, CNR Lerici (SP), Italia.

OSSERVAZIONI SULLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI PORTOVENERE (MAR LIGURE ORIENTALE)

THE *POSIDONIA OCEANICA* MEADOW OF PORTOVENERE (EASTERN LIGURIAN SEA)

Abstract

The small Posidonia *meadow in the channel of Portovenere (Eastern Ligurian Sea) was studied for the first time. Meadow, plant and leafs' epiphytic community were investigated. A general regression trend was evidenced and effects of small boats anchoring were focused.*

Key-words: *Posidonia* meadow, regression, anchoring disturbance.

Introduzione

La prateria di *Posidonia oceanica* L. (Delile) presente nel canale di Portovenere, per quanto segnalata in letteratura (Bianchi e Peirano, 1995) non è mai stata oggetto di studi specifici.

Nel presente lavoro sono riportati i risultati ottenuti indagando questa prateria a 3 diversi livelli di integrazione e/o funzione: 1) della pianta (fenologia) 2) della prateria (copertura e densità) 3) della comunità associata (epifiti ed erbivori).

Materiali e metodi

Nel Luglio 1995 sono state condotte alcune immersioni a carattere esplorativo lungo transetti perpendicolari al canale di Portovenere effettuando stime visuali di copertura (Romero, 1986) e mappatura dei limiti della prateria mediante triangolazioni a terra. La fenologia della pianta, la densità della prateria e la comunità associata sono state studiate in corrispondenza di 5 stazioni a circa 2 m di profondità: due di esse sono state posizionate ad est (PL1 e PL2) e tre ad ovest (PV2, PV1 e PV0) della "terrazza" che divide la prateria in due settori.

Le misure di densità sono state effettuate con la tecnica del "quadrat-relevé" considerando 5 repliche per stazione. Per ognuna di esse sono stati raccolti 10 rizomi ortotropi per l'analisi fenologica e la valutazione del ricoprimento epifita (Morri, 1991). Inoltre, sono stati calcolati il Leaf Area Index (L.A.I.) (Drew, 1971) ed il coefficiente "A" di Giraud (1977) modificato considerando la percentuale di apici fogliari rotti per cause imprecisate e conteggiando a parte quelli palesemente brucati. Il tipo di morsicatura è stato identificato secondo quanto suggerito da Boudouresque e Meinesz (1983).

Risultati

La prateria di *Posidonia oceanica* di Portovenere ha un'estensione inferiore ai 3 ettari e presenta la morfologia tipica della prateria a chiazze intramezzata

da ampi canali "intermatte". Il limite superiore raggiunge quasi la superficie ed origina, sul lato orientale, una degradata formazione recifale. Il limite inferiore si trova tra 4 e 5m di profondità per quanto "matte" morta con ciuffi molto radi di *Posidonia* caratterizzi il fondale di tutto il canale di Portovenere.

La copertura della prateria risulta sempre modesta (circa il 50% in tutte le stazioni); la densità varia notevolmente a seconda del sito di campionamento rimanendo tuttavia compresa tra gli stadi III e IV di Giraud. Il numero medio di foglie per fascio è compreso tra valori 4 (±0.54) in PL2 e 5.4 (±0.85) in PV0 e PV1 dove la lunghezza media della foglia risulta massima (368 mm ±64); il L.A.I. risulta massimo nella stazione PV2 e raggiunge il valore di 6,27 m^2m^{-2} (±1.01). L'indice di epifitismo varia tra 15% ed 23%. L'epifita dominante è il briozoo *Electra posidoniae* Gautier. Il coefficiente A è generalmente elevato e raggiunge il massimo valore in PL2 (65%). I valori minimi si registrano nelle stazioni PL1 e PV2 (26%, 27%) dove però il grazing ha mostrato i valori più elevati: il 46,15% delle foglie risulta mangiato soprattutto per opera di pesci (*Sarpa salpa* L.).

Conclusioni

La prateria di *P. oceanica* di Portovenere è attualmente ridotta ad un modesto appezzamento nel lato Nord dell'isola Palmaria di fronte all'abitato di Portovenere. Si presenta in regressione come molte praterie della Liguria situate in corrispondenza di aree ad elevato impatto antropico (Peirano e Bianchi, 1995). Sia i parametri misurati sia la presenza di "matte" nel resto del canale sono una testimonianza di questo fenomeno.

Gli elevati valori di coefficiente A mostrano come la prateria sia, inoltre, sottoposta ad un disturbo di tipo meccanico causato principalmente dagli ancoraggi delle piccole imbarcazioni. Tale danno si evidenzia in particolare nelle aree più ridossate dove si osservano i massimi valori del coefficiente A. Nelle aree meno idonee all'ormeggio a causa del continuo passaggio di imbarcazioni lungo il canale si registrano, infatti, i minimi valori di questo parametro.

Ringraziamenti

Si ringraziano i referee per la revisione del testo e C.N. Bianchi (La Spezia) per aver promosso questo lavoro.

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. (44 tav.).

BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A. (1983) - Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc national de Port-Cros. *Cahier*, **4**: 1-80.

DREW E. A. (1971) - Botany. In: J. D. Wodds, J. N. Lithgoe (eds). *Underwater scienze. An introducing to experiment by divers*. Academic press., London: 173-194.

GIRAUD G. (1977) - *Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de Posidonia oceanica (L.) Del.* Thèse de doctorat de spécialité en océanologie, Univ. Aix-Marseille II: 150 pp.

MORRI C. (1991) - Présentation d'un indice synthétique pour l'évalutation de l'epiphytisme foliare chez *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Posidonia Newsletter*, **4** (1): 33-37.

ROMERO J. (1986) - Note sur une méthode d'évalutation de la densité des faisceaux dans les herbiers de Posidonies. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **30** (2): 266.

A.M. De Biasi ha eseguito il lavoro nel corso della borsa di studio CIBM n°26 del 25.11.95.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 502-504

R. ZACCONE, G. CARUSO, C. CALÌ, R. SCARFÒ

Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R. - Spianata S.Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

GRUPPI FISIOLOGICI DI BATTERI ETEROTROFI NEI SEDIMENTI SUPERFICIALI DELLA BAIA DI PALMI

HETEROTROPHIC BACTERIA IN SURFACE SEDIMENTS IN THE BAY OF PALMI

Abstract

The catabolic potentialities of the microbial populations in surface sediment have been studied by using fluorogenic substrates. The samples examined showed the presence of low activity levels, with the prevalence of proteolytic and phosphatase activities.

Key-words: heterotrophic bacteria, enzymatic activity, decomposition.

Introduzione

Nello studio ecologico delle popolazioni microbiche, la valutazione delle attività metaboliche e della loro variabilità in relazione ai cambiamenti ambientali, fornisce informazioni importanti sul ruolo svolto dai batteri nella trasformazione della sostanza organica. La presente nota riferisce i risultati di uno studio sull'attività biologica svolta dai batteri eterotrofi in campioni di sedimento a diversa granulometria.

Materiali e metodi

L'area di studio è quella antistante la baia di Palmi; sono state fissate 9 stazioni di campionamento lungo tre transetti perpendicolari alla costa (A, B, C) con profondità comprese tra 198 e 389m. Oltre al sedimento superficiale è stata analizzata anche l'acqua a diretto contatto col sedimento.

Per lo studio microbiologico è stato eseguito il conteggio dei batteri eterotrofi aerobi su piastre di Marine Agar 2216 (Difco). I ceppi isolati "at random" sono stati identifcati secondo gli schemi tassonomici in uso nel nostro laboratorio.

La determinazione dei gruppi di batteri provvisti di attività chitinolitica, proteolitica, glicolitica, lipolitica e fosfatasica, è stata saggiata mediante idrolisi di sette differenti substrati fluorogenici coniugati con metilumbelliferone omologhi dei substrati riscontrabili in natura (Kim e Hoppe,1986). Sono stati quindi calcolati gli indici di decomposizione per ogni singola attività enzimatica e l'indice totale relativo alle diverse stazioni e ai diversi gruppi di batteri eterotrofi (Hauxhurst *et al.,* 1981).

Risultati

L'attività esoenzimatica totale nel sedimento è risultata generalmente bassa in tutte le stazioni, gli indici di attività più elevati sono stati osservati nelle stazioni C2 e A5 (tab. 1). L'acqua vicina al fondo nella stazione A5 mostrava i valori massimi per l'attività chitinolitica (0,60) e aminopeptidasica (0,53). Tra le attività metaboliche, prevale in tutti i campioni di sedimento l'attività fosfatasica; le proteasi

Tab. 1 - Indici di attività esoenzimatica e batteri eterotrofi (M.A.) nei campioni di sedimento e nell'acqua all'interfaccia.

Esoenzymatic activity indices and heterotrophic bacteria in samples of sediment and water at interface.

Stazione	Prof. (m)	Tipo	M.A. CFU/cc	attività totale	chitinasi	proteasi	glucosidasi α–	glucosidasi β–	idrolisi eptanato	idrolisi butirrato	fosfatasi
A2	308	sabbia	29500	0,09	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
A3	373	fango	13500	0,14	0,29	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00	0,43
A4	389	fango	37500	0,26	0,14	0,18	0,18	0,18	0,27	0,50	0,41
A5	365	fango	15500	0,31	0,29	0,14	0,43	0,43	0,00	0,29	0,57
B1	265	sabbia fine	11000	0,26	0,36	0,18	0,27	0,27	0,00	0,36	0,36
B2	370	sabbia+fango	28500	0,19	0,13	0,20	0,13	0,33	0,00	0,00	0,53
C1	198	sabbia	26000	0,23	0,43	0,36	0,50	0,14	0,00	0,07	0,14
C2	379	sabbia	18500	0,35	0,29	0,43	0,43	0,14	0,00	0,43	0,71
C3	248	sabbia	26000	0,26	0,35	0,30	0,25	0,25	0,00	0,20	0,45
A3 int			1100	0,30	0,20	0,40	0,30	0,30	0,20	0,30	0,40
A4 int			2150	0,26	0,00	0,50	0,00	0,00	0,29	0,57	0,50
A5 int			1700	0,37	0,60	0,53	0,40	0,33	0,07	0,33	0,33

e la chitinasi sono più abbondanti nei campioni di sabbia. La flora batterica isolata dai campioni di sedimento è costituita prevalentemente da batteri gram-positivi (58%) appartenenti in massima parte al genere *Bacillus* (38%), mentre tra i gram-negativi una discreta frazione è rappresentata dalle *Pseudomonadaceae* (23%) e da batteri pigmentati (*Flavobacterium-Citophaga*).

La flora batterica all'interfaccia acqua sedimento è rappresentata da microorganismi gram-negativi (72%) prevalentemente appartenenti ai generi *Pseudomonas* (54%) e *Vibrio* spp. In generale i batteri gram-negativi e il genere *Micrococcus* mostrano buona attività proteolitica. I gram-positivi invece sono ben dotati di enzimi fosfatasici. I batteri isolati hanno mostrato ridotta attività lipolitica in particolar modo nei confronti dell'eptanato.

Discussione

Le informazioni contenute negli indici colturali, tassonomici e fisiologici dei batteri eterotrofi possono avere significati diversi. Le densità microbiche, leggermente più elevate nei campioni di fango, non sempre riflettono l'attività metabolica; la stazione che presenta i valori massimi di batteri eterotrofi (A4) mostra infatti valori di attività ridotti.

Ad eccezione dell'attività fosfatasica, i valori bassi degli indici di attività esoenzimatica riscontrati indicano in generale bassa versatilità nutrizionale, risultati simili sono stati ottenuti nelle acque del Mediterraneo da Martin e Bianchi (1980). Invece in ambienti con alta disponibilità di sostanza organica vivono comunità batteriche con capacità di utilizzare vari tipi di macromolecole (Hauxhurst *et al.*, 1981).

I cambiamenti nello spettro di enzimi nelle diverse stazioni indicano un adattamento dei batteri alle variazioni della quantità e qualità di sostanza organica sedimentata, essi esprimono la capacità potenziale di idrolisi relativa sia alla frazione più stabile del particellato organico (chitinasi) che a quella più labile (proteasi e glucosidasi).

Bibliografia

HAUXHURST J.D., KANEKO T., ATLAS R.M. (1981) - Characteristics of bacterial communities in the gulf of Alaska. *Microb. Ecol.*, **7**: 167-182.

MARTIN Y.P., BIANCHI M.A. (1980) - Structure, diversity and catabolic potentialities of aerobic heterotrophic bacterial populations associated with continuos cultures of natural marine phytoplancton. *Microb. Ecol.*, **5**: 265-279.

KIM S.J., HOPPE H.G. (1986) - Microbial extracellular enzyme detection on agar plates by means of fluorogenic methylumbelliferyl-substrates. 2éme Colloque International de Bacteriologie marine. GERBAM, CNRS, Actes de Colloques, **3**: 175-183.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 505-507

M. ZAZZETTA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina (CIBM), Piazzale Mascagni, 1 - 57127 Livorno, Italia.

VALUTAZIONI VISIVE SUBACQUEE IN SNORKELING: LA SCELTA DELLA TECNICA DI RILEVAMENTO

VISUAL CENSUS BY SNORKELING: THE CHOICE OF SAMPLING TECHNIQUE

Abstract

The reliability of the two most frequently used techniques of visual census (strip transects and stationary points) was tested by skin diving in a coastal area off Elba Island (Tuscany). Both methods are equally reliable especially in homogeneous environments. The stationary point technique should be preferred in heterogeneous habitats.

Key-words: visual census, strip transect, stationary point, snorkeling, fishes.

Introduzione

La fauna ittica rappresenta una componente importante degli ecosistemi marini non solo in termini di biomassa e di abbondanza, ma anche perché diverse specie, occupando livelli trofici differenti, assolvono a molteplici compiti nei processi di trasferimento di energia e di ciclizzazione della materia. I rilevamenti visivi subacquei costituiscono oggi il migliore strumento a disposizione dei ricercatori per lo studio *in situ* della fauna ittica costiera (Bohnsack e Bannerot, 1981; Brock, 1982; Barans e Bortone, 1983; Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Biagi, 1991). Tali tecniche si sono sviluppate e diffuse in ambienti tropicali e a quote operative che richiedono l'uso di autorespiratori subacquei (ARA). Sebbene siano trascorsi molti anni (Brock, 1954) dalle prime applicazioni dei rilevamenti visivi subacquei, tuttavia poco è stato fatto nella direzione di un approfondimento degli aspetti metodologici per una loro standardizzazione. Comunque tra le varie tecniche quelle più utilizzate sono il transetto e i punti fissi, che offrono il considerevole vantaggio di ottenere informazioni quantitative adatte per una gestione statistica. Studi precedentemente condotti in ambienti tropicali e in Mediterraneo, mediante immersioni con ARA, indicano che i transetti sono più adatti in ambienti omogenei (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Samoilys, 1991), mentre i punti fissi sono preferibili in aree con elevata rugosità ambientale (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Bohnsack e Bannerot, 1986). In questo studio si è voluto fornire un contributo alla valutazione delle potenzialità applicative dei transetti e dei punti fissi, condotti in *snorkeling*, per descrivere l'ittiofauna in un ambiente mediterraneo caratterizzato da una ridotta profondità e un buon grado di omogeneità strutturale.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta nell'agosto 1994 in un'area del litorale dell'Isola d'Elba, caratterizzata da un substrato privo di discontinuità, formato da una *matte* di *Posidonia oceanica* in parte colonizzata da *Cymodocea nodosa* ed alghe fotofile,

con pendenza minima (2-4°) e ridotta profondità (1,5-2 m.). Sono state condotte almeno otto repliche in *snorkeling*, per ciascuna tecnica, sempre sulla stessa area grazie all'impiego di sagole guida sul fondo. I transetti erano di dimensioni: 50x2, 50x4, 70x2 e 70x4 m. e i punti fissi di 5 m. di diametro. La tecnica dei punti fissi è stata condotta secondo le indicazioni di Bonsack e Bannerot (1986) e il tempo di osservazione è stato determinato in 4' sulla base delle indicazioni fornite dalla curva di ricchezza specifica cumulata appositamente elaborate in una fase preliminare della ricerca. Sono state scelte due specie bersaglio particolarmente comuni nell'area, *Coris julis* (L.) e *Symphodus tinca* (L.), che presentano frequenze di incontro prossime al 100% ed elevate abbondanze (Zazzetta, 1996). Si è preferito utilizzare per questo studio metodologico due specie bersaglio piuttosto che l'intera comunità ittica, in analogia a quanto fatto da altri AA. (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Samoylis, 1991), per evitare di introdurre rumori di fondo che potevano indurre a errati risultàti dei test statistici. Le differenze tra le densità e/o le abbondanze delle singole specie sono state testate con l'ANOVA 1, previa verifica con il test F dell'omogeneità delle varianze; altrimenti si è utilizzata l'analisi della varianza di Kruskal-Wallis (K-W).

Risultati e discussione

Tra i vari fattori che possono influenzare la stima visiva di un popolamento ittico sono stati valutati: la velocità, la dimensione dell'area campionata e la tecnica, transetto *vs.* punto fisso. Le densità rilevate per entrambe le specie bersaglio in transetti di diverse dimensioni percorsi a bassa e alta velocità differiscono significativamente: *S. tinca* F=6,5 P=0,04; *C. julis* F= 7,4 P=0,035 (fig.1). Pertanto la velocità con la quale viene percorso un transetto concorre a determinare l'accuratezza della tecnica impiegata, in accordo a quanto osservato da Samoilys (1991). Le densità stimate con transetti di quattro diverse dimensioni, percorsi a bassa velocità, confrontate con il test K-W, non differiscono significativamente (*S.tinca* H=5,3 P>0,05; *C.julis* H=20,0 P>0,05). Ciò nonostante quelli più stretti forniscono densità maggiori e tra tutti quello di 50x2 m. mostra il valore massimo (fig.1). I risultati concordano anche con quelli ottenuti in mari tropicali da Brock (1982) e Samoylis (1991).

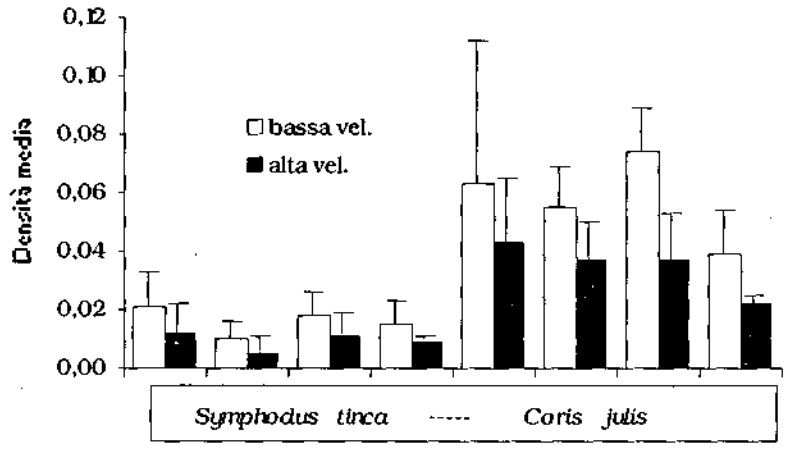


Fig. 1 - Densità media (N/m²) e deviazione standard in transetti di: 70x2, 70x4, 50x2, 50x4 m., rilevati a bassa e alta velocità. Transetti identici sono affiancati in figura e nell'ordine sopra indicato.

Mean density (N/m²) and standard deviation in strip transects (70x2, 70x4, 50x2, 50x4 meters) with low and fast observer speed. Low and fast transects with the same sampling area are closer in the figure and in the order above written.

Per effettuare un confronto tra transetti e punti fissi è importante stabilire un criterio di equivalenza tra il numero di repliche per ciascuna tecnica: in questo caso si è scelto il tempo totale di osservazione. Harmelin-Vivien *et al.* (1985) e Samoilys (1991) propongono, indipendentemente da una analisi quantitativa, di utilizzare il transetto in ambienti omogenei. Secondo i risultati di questa ricerca non vi sarebbero invece differenze tali tra i metodi da escludere a priori l'impiego anche del punto fisso: infatti non sono emerse differenze significative per ritenere preferibile una delle due tecniche, quando condotte in snorkeling, (*S. tinca* F= 3,2 P=0,09; *C. julis* F= 0,0006 P=0,97), anche se entrambe offrono vantaggi e svantaggi d'impiego.

Conclusioni

Lo *snorkeling* rappresenta una tecnica di rilevamento visivo della fauna ittica efficace in ambienti con ridotta profondità e buona visibilità, indipendentemente dalla eterogeneità del substrato, sia per studiare i popolamenti adulti che le reclute insediatesi nella fascia litorale più superficiale. La velocità di percorrenza di un transetto influenza il grado di accuratezza del rilevamento stesso; non è comunque possibile stabilire una velocità standard del rilevatore, poiché questa è in funzione del fenomeno biologico indagato. L'invarianza della densità stimata in funzione della superficie del transetto suggerisce di impiegare transetti più piccoli, tipo 50x2 m., permettendo così di aumentare il numero delle repliche eseguibili per rilevamento. L'equivalenza delle due tecniche in ambiente omogeneo ottenuta in questa indagine, in aggiunta alla opinione comune a vari AA. della inadeguatezza dei transetti in ambiente eterogeneo, invitano ad un uso più generalizzato dei punti fissi, ancor di più laddove si operi in ambienti rocciosi della frangia superiore dell'infralitorale.

Ringraziamenti

L'A. desidera vivamente ringraziare il dott. Franco Biagi per la collaborazione nella pianificazione di questa ricerca.

Bibliografia

BARANS C.A., BORTONE S.A. (EDS.) (1983) - The visual assessment of fish populations in the Southeastern U. S., *South Carolina Sea Grant Consortium Tech. Rep.*, **1**: 52 pp.

BIAGI F. (1991) - Valutazioni visive della fauna ittica. In: *Lezioni del corso formativo per ricercatore subacqueo*, a cura di M. Abbiati., I.S.S.D, Pisa: 29-37.

BOHNSACK J.A., BANNEROT S.P. (1986) - A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Tech. Rep.*, **41**: 15 pp.

BROCK V.E. (1954) - A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *J. Wildl. Manag.*, **18** (3): 297-306.

BROCK R.E. (1982) - A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bull. Mar. Sc.*, **32** (1): 269-276.

HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J. G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.

SAMOILYS M.A. (1991) - Visual assessment of reef fish stock. *DPI*-USA: 55 pp.

ZAZZETTA M. (1996) - *Struttura dell'ittiofauna di un ambiente costiero mediterraneo*. Tesi, Univ. Pisa: 320 pp.

Lavoro eseguito con contributo E.C. DG XIV-MED 92-007

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 508-509

M. Arculeo, S. Lo Brutto, M. Cammarata, A. Mazzola, N. Parrinello

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

VARIABILITÀ GENETICA DI *SERIOLA DUMERILI* ATTRAVERSO DATI ELETTROFORETICI

LOW GENETIC DIVERSITY IN *SERIOLA DUMERILI* STUDIED BY ELECTROPHORESIS

Abstract

A research on allozyme variation by PAGE electrophoresis was investigated to analyze the genetic structure of Seriola dumerili *from Sicilian coasts. None of the 28 scored loci was polymorphic.*

Key-words: *Seriola dumerili*, genetic diversity, Mediterranean Sea.

Introduzione

La ricciola comune, *Seriola dumerili,* è un Carangide diffuso in Mediterraneo, nell'Atlantico orientale ed occidentale e nelle coste indo pacifiche. E' una specie epibentonica ed epipelagica nel contempo, con spiccata gregarietà nella fase giovanile. Gli adulti che raggiungono la maturità sessuale tra il quarto ed il quinto anno di vita (Micale *et al.*, 1993), si avvicinano in prossimità delle coste nel periodo riproduttivo tra maggio e luglio, mentre i giovani generalmente si allontanano dalla costa dopo il quinto-sesto mese di vita (Mazzola *et al.*, 1993). Conseguentemente le ricerche su questa specie si sono finora concentrate prevalentemente sugli aspetti applicativi, mentre sono stati trascurati i temi di biologia di base, che rappresentano invece uno strumento importante per ottenere informazioni da utilizzare per la gestione delle risorse naturali. In questo lavoro si è voluto analizzare la struttura genetica di *Seriola dumerili* per avere i primi dati sulla variabilità genetica attuale, che rappresenta la risultante di eventi storici attraverso i quali si possono ipotizzare gli effetti che la specie può subire da pressioni di carattere antropico o naturale.

Materiali e metodi

Sono stati esaminati 90 individui provenienti da 3 diverse aree di pesca delle coste siciliane: 30 dal Golfo di Castellammare, 30 dal Golfo di Palermo, 30 da Siracusa. Dopo la cattura sono stati prelevati gli organi: fegato, occhi e tessuto muscolare scheletrico, i quali sono stati utilizzati per l'analisi degli alloenzimi, attraverso elettroforesi su gel di poliacrilamide. Sono stati analizzati 15 sistemi enzimatici utilizzando le seguenti miscele di colorazione: ***Alcool deidrogenasi*** (**ADH**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8, 5ml al. etilico, 25mg NAD, 20mg MTT, 5mg PMS; ***Aldolasi*** (**ALD**): 100ml Tris HCl 0.05M pH7.1, 550mg fruttosio-1,6-dP, 100U gliceraldeide-3-P-DH, 50mg NAD, 30mg MTT, 3mg PMS; ***Aspartato aminotrasferasi*** (**AAT**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8.5, 200mg ac. aspartico, 100mg ac. -ketoglutarico, 15mg piridoxal-P, 150mg Fast Blue RR Salt; ***Creatin-kinasi*** (**CK**): 100ml Tris HCl 0.1M pH7, 100mg glucosio, 50mg Pcreatina, 80mg ADP, 100U esokinasi, 100U glucosio-6-P-DH, 60mg $MgCl_2$, 15mg NADP, 15mg MTT, 1.5mg PMS; ***Esterasi*** (**EST**): 100ml Tampone fosfato 0.1M pH6.5, 6ml sol. -naphthyl acetato in acetone,

100mg Fast Garnet GDC; ***Fumarasi*** (**FUM**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8.6, 50mg ac. fumarico, 100U MDH, 25mg NAD, 20mg MTT, 5mg PMS; ***Glucosio deidrogenasi*** (**GLDH**): 100ml Tris HCl 0.1M pH8.6, 10gr glucosio, 100mg NAD, 30mg mg MTT, 10mg PMS; ***Glucosio-fosfato isomerasi*** (**PGI**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8, 100mg fruttosio-6-P, 15U glucosio-6-P-DH, 6ml $MgCl_2$ 1M, 80mg NAD, 30mg MTT, 10mg PMS; ***Hypoxanthina deidrogenasi*** (**XDH**): 100ml Tris HCl 0.05M pH7.5, 100mg hypoxanthina, 25mg NAD, 20mg MTT, 5mg PMS; ***Isocitrato deidrogenasi*** (**IDH**): 100ml Tris HCl 0.2M pH8, 100mg ac. isocitrico, 1ml $MgSO_4$ 0.1M, 100mg NAD, 35mg MTT, 10mg PMS; ***Lattato deidrogenasi*** (**LDH**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8, 1.2ml ac. lattico, 60mg NAD, 15mg MTT, 10mg PMS; ***Malato deidrogenasi*** (**MDH**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8.5, 200mg ac. malico, 25mg NAD, 25mg MTT, 20mg PMS; ***Phosphoglucomutasi*** (**PGM**): 100ml Tris HCl 0.05M pH7.1, 600mg glucosio-1-P, 80U glucosio-6-P-DH, 30mg EDTA, 200mg $MgCl_2$, 10mg NADP, 20mg MTT, 6mg PMS; ***Sorbitolo deidrogenasi*** (**SDH**): 100ml Tris HCl 0.05M pH8, 1gr sorbitolo, 20mg NAD, 25mg MTT, 5mg PMS.

Risultati e discussione

Nessuno dei 28 loci genici evidenziati nelle tre popolazioni (*AAT-1,2*, ADH-1,2*, CK-1,2*, EST-1,2,3*, FUM-1,2*, GLDH*, IDH*, LDH-1,2,3*, MDH-1,2,3*, PGI-1,2*, PGM*, SDH*, SOD-1,2,3,4*, XDH**) è risultato polimorfico. Tale basso livello di variabilità potrebbe essere legato alla riduzione nelle dimensioni delle popolazioni in accordo con l'ipotesi di Nei e Graur (1984) e potrebbe anche dipendere dalle differenti pressioni selettive dell'ambiente instabile in cui la specie vive (Somero,1974). Secondo il primo modello (Nei e Graur,1984) la perdita di polimorfismo dipenderebbe dall'eccessivo sfruttamento a cui la specie è sottoposta (bottleneck), essendo la ricostituzione delle dimensioni originarie compromessa dal lento ricambio generazionale dovuto al tardivo raggiungimento (4°-5° anno di vita) della maturità sessuale. In base alla seconda ipotesi ("time-divergence hypothesis" Somero, 1974) come le altre specie, *S.dumerili* non riuscirebbe ad accumulare diversità genetica perchè sottoposta a pressioni selettive che ne erodono la struttura genetica.

Bibliografia

GRECO S., CARIDI D., CAMMAROTO S., GENOVESE I. (1992) - Preliminary studies on artificial feeding of amberjack fingerlings. *Production, Environmetal and Quality, Bordeaux Aquaculture*, **18**.

MAZZOLA A., LOPIANO L., SARA' G., D'ANNA G. (1993) - Sistemi di pesca, cattura ed abitudini alimentari di Seriola dumerili (Risso,1810) nel Golfo di Castellammare (Sicilia occidentale). *Naturalista sicil.*, **17** (1-2): 137-148.

MICALE V., GENOVESE L., GRECO S., PERDICHIZZI F. (1993) - Aspect of reproductive biology of amberjack *Seriola dumerili* (Risso,1810). World Aquaculture '93. *European Aquaculture Society Special Publication*, **19**: 413.

NEI M. , GRAUR D. (1984) - Extent of protein polymorphism and the neutral mutation theory. *Evol.Biol.*, **17**: 73-118.

SOMERO G. M. (1974) - Genetic variation in marine fishes as a test of the niche-variation hypothesis. *Nature*, **249**: 670-672.

Ricerca effettuata con fondi M.U.R.S.T. 60% 1994.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 510-512

N. Casavola, P. De Ruggieri, E. Rizzi, S. Lo Caputo

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

FECONDITÀ GIORNALIERA DI *SARDINA PILCHARDUS* (WALB.) NEL BASSO ADRIATICO

DAILY FECUNDITY OF *SARDINA PILCHARDUS* (WALB.) IN THE LOWER ADRIATIC SEA

Abstract

In the month of November 1994 the spawning frequency, sex ratio, batch fecundity, female mean weight and daily fecundity of Sardina pilchardus *(Walb.) were estimated from 46 samples. Spawning frequency was determined with the postovulatory follicle method; batch fecundity with the hydrated oocyte method.*

Key-words: Daily fecundity, *Sardina*, Adriatic Sea.

Introduzione

Il metodo D.E.P.M. (*Daily Egg Production Method*) (Lasker, 1985) definisce la biomassa dei riproduttori come rapporto tra produzione giornaliera di uova e fecondità giornaliera della popolazione adulta. Scopo di questo lavoro è di determinare la fecondità giornaliera della popolazione di *Sardina pilchardus* (Walb.) nelle acque del Basso Adriatico.

Materiali e metodi

Per conoscere la fecondità giornaliera, DF = SRF/W, occorre determinare il peso medio delle femmine (W), il rapporto sessi (R), la fecondità del lotto (F) e la frequenza di deposizione (S). La fecondità del lotto è stata determinata con il metodo degli oociti idratati (Hunter e Goldberg, 1980) e la frequenza di deposizione mediante l'analisi istologica dei follicoli postovulatori suddivisi in tre fasce di età (Pérez *et al.*, 1992).

A bordo delle imbarcazioni sono stati effettuati 52 campionamenti; solo in 46 casi si è avuto modo di raccogliere le sardine. Campioni occasionali sono stati raccolti anche a bordo di imbarcazioni commerciali dotate di reti "volanti", "pelagiche a divergenti" e "cianciolo", durante il mese di novembre 1994, periodo di massima intensità di deposizione per *S. pilchardus*. Per ogni campione sono stati prelevati, casualmente, circa 2 kg di sardine, su cui è stato calcolato il rapporto sessi. A bordo, entro due ore dalla cattura, i pesci sono stati numerati e separati per sesso. Le gonadi delle prime 20 femmine sono state fissate in formaldeide tamponata al 10% per lo studio della frequenza di deposizione; qualora il numero delle femmine risultava inferiore a 20, si esaminavano altri esemplari. Inoltre, per studiare la fecondità del lotto è stato esaminato il maggior numero possibile di femmine con oociti idratati. I pesci sono stati anche portati in laboratorio per la rilevazione delle misure biometriche (lunghezza totale, peso totale, peso gonade, peso eviscerato).

I parametri relativi agli adulti, sono stati stimati mediante medie pesate e varianze usando le equazioni di Picquelle e Stauffer (1985).

Risultati e discussione

Nella Fig. 1 sono riportate le stazioni di prelievo degli adulti nell'area campionata. La Tab. 1 espone i parametri della fecondità giornaliera della popolazione di *Sardina pilchardus* nelle acque adriatiche pugliesi.

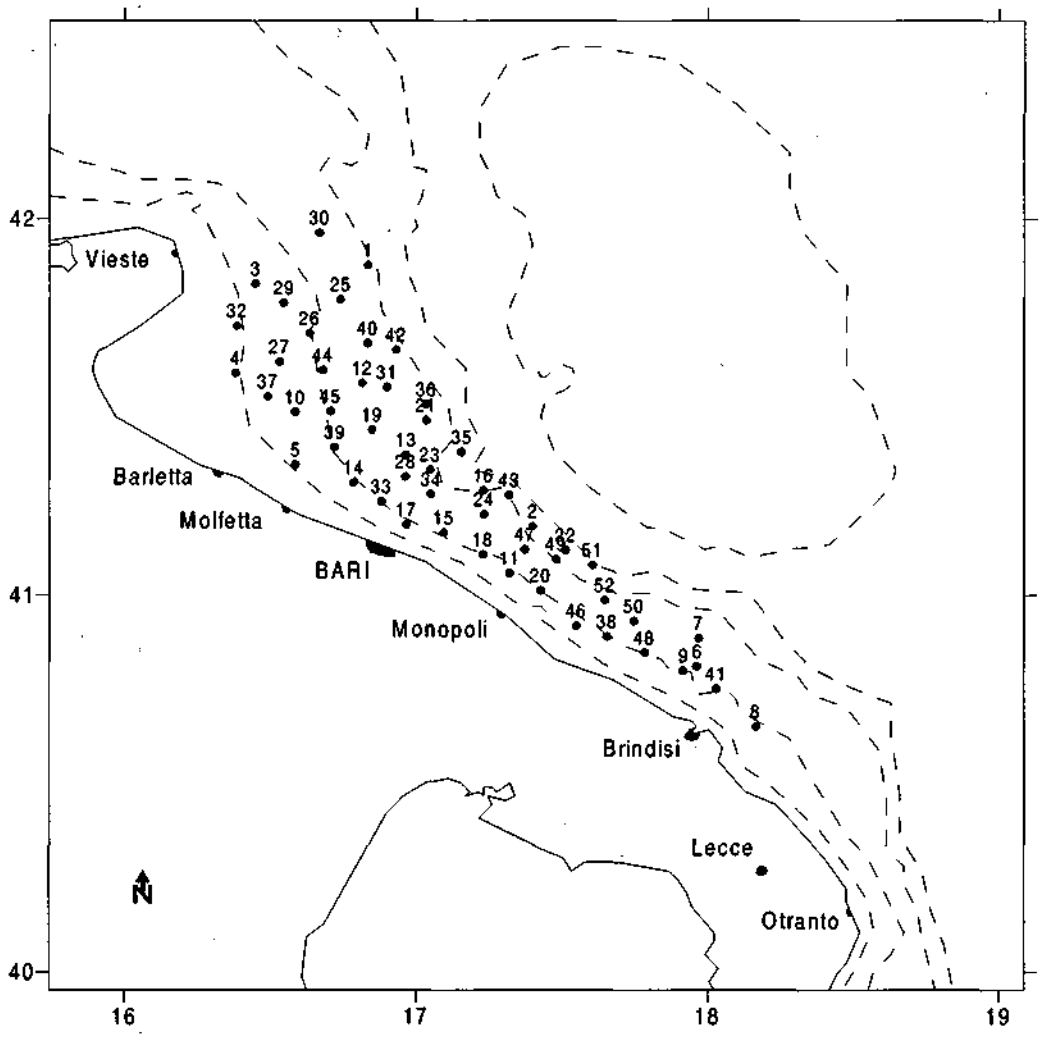


Fig. 1 - Stazioni di campionamento di *Sardina pilchardus*.

Sampling stations for *Sardina pilchardus*.

Tab. 2 - Parametri biologici e fecondità giornaliera della popolazione di *Sardina pilchardus* nelle acque adriatiche pugliesi; coefficiente di variazione in parentesi. Indagine 3-29 novembre 1994.

Biological parameters and daily fecundity of the *Sardina pilchardus* population from the Apulian Adriatic Sea; coefficient of variation in parentheses. Survey 3-29 November 1994.

Peso medio femmine mature (g)	*(W)*	36,79	(0,011)
Fecondità del lotto (n° uova x femmina matura)	*(F)*	16.118	(0,011)
Frazione di femmine mature che depongono al giorno (giorno-1)	*(S)*	0,129	(0,078)
Rapporto sessi in peso (femmine/totale)	*(R)*	0,474	(0,036)
Fecondità giornaliera (n° uova/giorno-g)	*(DF = SRF/W)*	26,79	(0,075)

Le osservazioni istologiche degli ovari hanno fornito ulteriori informazioni sulla biologia riproduttiva della sardina ed in particolare hanno evidenziato che tutta la popolazione era sessualmente matura; l'idratazione inizia al mattino, continua per tutto il giorno e gli individui sono pronti per la deposizione che avviene di notte (Casavola e Rizzi, 1995); le sardine più giovani mostravano livelli di frequenza di deposizione simili agli adulti (Casavola *et al.*, 1996).

Bibliografia

CASAVOLA N., RIZZI E. (1995) - "Fecondità del lotto" di *Sardina pilchardus* (Walb.) nel Basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 473-474.

CASAVOLA N., LO CAPUTO S., IAFFALDANO D. (1996) - Frequenza di deposizione di *Sardina pilchardus* (Walb.) nel Basso Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 534-536.

HUNTER J.R., GOLDBERG S.R. (1980) - Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*, **77**: 641-652.

LASKER R. (ed.) (1985) - An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *NOAA Tech. Rep. NMFS*, **36**: 99 pp.

PÉREZ N., FIGUEIREDO I., MACEWICZ B.J. (1992) - The spawning frequency of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), off the Atlantic Iberian coast. *Bol. Inst. Oceanogr.*, **8** (1): 175-189.

PICQUELLE S.B., STAUFFER G.B. (1985) - Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assessment. In R. Lasker (editor). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application in the northern anchovy, *Engraulis mordax*, *NOAA Technical Rep. NMFS*, **36**: 7-16.

Ricerca effettuata nell'ambito del programma "Risorse biologiche piccoli pelagici" finanziato dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 513-514

E. Catalano, P. Gianguzza*, B. Zava

Wilderness - Studi ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italia.
*Laboratorio di Ecologia Marina, Istituto di Zoologia dell'Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.

SULLA PRESENZA DI *PETROMYZON MARINUS* LINNAEUS, 1758 (CYCLOSTOMATA, PETROMYZONIDAE) IN ACQUE SICILIANE

ON THE PRESENCE OF *PETROMYZON MARINUS* IN SICILIAN WATERS

Abstract

The authors report some new records of Sea Lamprey (Petromyzon marinus) *from the Sicilian coasts, in addition to the old data available from the literature.*

Key-words: *Petromyzon marinus*, Sea Lamprey, Sicily, records.

Introduzione

Petromyzon marinus è una specie anadroma ed eurialina presente su tutte le coste nord Africane, nel Mediterraneo occidentale, nel Mar Nero, in Atlantico dal Portogallo al Baltico, dalle coste Norvegesi al Mar di Barents, dall'Islanda al Labrador, sino alla Florida e alla costa nord del Golfo del Messico (Vladykov, 1984; Jennings, 1996). In Italia è presente lungo tutta la fascia costiera ma nell'ultimo ventennio a causa delle alterazioni ambientali, inquinamento dei fiumi e sbarramenti che ostacolano la risalita alle aree di frega, sembra essere divenuta rara. Negli anni '50 sono state condotte specifiche ricerche sulla presenza di questo taxon in Sicilia (Zanandrea, 1957; 1961); queste hanno dimostrato che *P. marinus* è noto nelle marinerie di Ganzirri (ME), Catania, Pozzallo (RG), Gela (CL), Porto Empedocle (AG), Mazara del Vallo e Castellammare del Golfo (TP), Porticello (PA) e Palermo, ma è sempre considerato "raro".

Materiali e considerazioni

È opportuno elencare in questa sede gli esemplari a noi noti di *P. marinus* presenti in collezioni museali ai fini di una più precisa documentazione storica sulla presenza di questa specie in Sicilia. La tabella 1 riporta i dati dei preparati conservati. L'attenta lettura dei dati museali dei due esemplari conservati al Museo de "La Specola" ha permesso di distinguere due esemplari, considerati da Zanandrea (1957) come entrambi catturati a Catania, e cioè: il primo, in alcool, n. 5754 (ex Coll. Italiana Pesci n. 1878), proveniente da uno scambio col Museo di Catania, raccolto durante il "Viaggio del Prof. Enrico H. Giglioli nell'Italia meridionale e Sicilia" svoltosi fra il 3 novembre e l'11 dicembre 1881; il secondo, anch'esso in alcool, n. 5753 (ex Coll. Italiana Pesci n.1878), dono del Prof. Kleinberg, raccolto a Messina e non a Catania, durante l'escursione in Sicilia del Giglioli dal 24 novembre al 24 dicembre 1883. Vengono inoltre rese note alcune interessanti catture inedite: 1) Cefalù, ottobre 1987, due esemplari catturati su grandi pelagici (cortese comunicazione del Dott. Silvestro Greco dell'Istituto Talassografico di Messina) 2) acque antistanti il porto della Bandita nel Golfo di Palermo (18.IV.1991, femmina quasi matura, peso gr. 489.51, pescata su fondale di 12 metri con tremaglio dal Sig. Vincenzo Lupo); 3) Trabia (Aprile 1993, femmina quasi matura, esemplare

pescato con tremaglio e pervenuto al Mercato Ittico di Porticello). L'analisi delle gonadi dei due ultimi individui ha evidenziato oociti quasi maturi; il sangue contenuto in entrambi gli stomaci dimostra che gli esemplari conducevano da pochissimo tempo vita libera.

Tab. 1 - Esemplari di *P. marinus* pescati in Sicilia.

Specimens of *P. marinus* caught in Sicilian waters.

Località	Anno	Museo	lungh.(mm)	Sex-mat.
Mari di Sicilia	?	Palermo	490	?
Mari di Sicilia	?	Palermo	500	?
Catania	4/1874	Firenze	243	?
"Catania"= Messina	2/1883	Firenze	167	?
Catania	1933	Catania	550	?
Palermo	1935	Palermo	700	?
Catania	1936	Catania	500	?
Mari di Sicilia	1954	Brescia	605	?
Catania (Porto)	1956	Catania	780	?
Messina (Stretto)	?	-	590	?
Messina (Stretto)	?	-	-	?
Messina (Stretto)	?	-	155	?
Ganzirri (ME)	1956	Messina	500	?
Porto Empedocle (AG)	4/1961	-	320	?
Cefalù (PA)	6/1987	-	550	?
Cefalù (PA)	6/1987	-	630	?
Bandita (PA)	4.1991	Coll.priv.	665	F q.mat.
Trabia (PA)	4.1993	Coll.priv.	690	F q.mat.

Apprendiamo inoltre dai Dott.ri Sergio Ragonese e Giovanni D'Anna dell'ITTP di Mazara del Vallo di due catture avvenute nelle acque di Castellammare del Golfo e Mazara (TP). Nessuna cattura finora avvenuta in Sicilia è riferibile ad individui in riproduzione. Le indagini sull'ittiofauna dulcacquicola siciliana intraprese dal nostro gruppo da alcuni anni mediante pesca elettrica e reti da posta (Zava e Violani, 1991; Zava *et al.*, 1996) non ne hanno rilevato alcun esemplare nel reticolo idrografico.

Bibliografia

JENNINGS G. (1996) - *European Freshwaters Fishes. Taxonomic Classification of Recorded Species. The 1996 Checklist.* A Calypso Publication, London, England.

LELEK A. (1980) - European Committee for the conservation of nature and natural resources. Threatened Freshwater Fishes of Europe. Council of Europe. Natural and Environment Series **18**: 269 pp.

VLADYKOV V.D. (1984) - Petromyzonidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. - *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean.* Unesco, Paris: 64-67.

ZANANDREA A. (1957) - Esame critico e comparativo delle lamprede catturate in Italia. *Archivio Zoologico Italiano,* **42**: 249-313.

ZANANDREA G. (1961) - Rapporti tra continenti e isole nella biogeografia delle lamprede in Italia. *Boll. Zool.*, **30**: 529-544.

ZAVA B., VIOLANI C. (1991) - Contributi alla conoscenza dell'ittiofauna delle acque interne siciliane. I.Sulla presenza in Sicilia di *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801) (Pisces, Blenniidae). *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, **9** (2): 313-324.

ZAVA B., BELLER T., CHIARI P., NARDI P.A., VIOLANI C., BERNINI F. (1996) - Note faunistiche e tassonomiche su *Salmo (trutta) macrostigma* (Dum.) della Sicilia (Osteichthyes, Salmonidae). *Atti del 4° Convegno Nazionale A.I.I.A.D.*, Provincia Autonoma di Trento: 413-532.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 515-517

G. De Metrio, M. Cacucci, L. Sion, F. Acone, L. Sanna*, G. Palmieri

Dip. di Produzione Animale, Univ. di Bari, Via Amendola, 165/a - Bari, Italia.
* Ist. di Anatomia degli Animali Domestici, Univ. di Sassari, Italia.

RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MARCATURA ALL'ALALUNGA (*THUNNUS ALALUNGA*, BONN.) CONDOTTE NELLO IONIO SETTENTRIONALE E NELL'ADRIATICO MERIDIONALE NEL PERIODO 1990-1995

RESULTS OF TAGGING SURVEYS ON ALBACORE (*THUNNUS ALALUNGA*, BONN.) CARRIED OUT IN THE NORTHERN IONIAN AND SOUTHERN ADRIATIC SEA FROM 1990 TO 1995

Abstract

During the six year period 1990-1995, in the North Ionian and in the Adriatic Seas, 897 animals were tagged, 765 of which were injected with oxytetracycline for age validation. The results showed that the average annual length increase is about 2 cm and only one discontinuity for each year of life at liberty was observed in the hard parts.

No information was obtained about migrations.

Key-words: albacore, tagging, oxytetraciclyne, Ionian, Adriatic.

Introduzione

Come è stato recentemente riportato (De Metrio *et al.*, 1996) dal 1990 al 1994, nel Mar Ionio settentrionale e nell'Adriatico meridionale sono state effettuate alcune campagne di marcatura di alalunga (*Thunnus alalunga* Bonn.) con lo scopo di ottenere informazioni sui movimenti migratori e sull'accrescimento di questa specie.

In questo lavoro vengono riportati i dati di cattura e di ricattura relativi al periodo 1990-1995.

Materiali e metodi

Nel periodo considerato, furono marcate complessivamente 897 esemplari dei quali 765 iniettati con oxitetraciclina allo scopo di verificare se la stima dell'età effettuata attraverso le discontinuità delle parti dure fosse esatta. Per la marcatura furono usate marche tipo spaghetti fornite dall'ICCAT. Al fine di distinguere gli animali iniettati con oxitetraciclina da quelli non iniettati furono usate marche di colore diverso: rosse per gli animali iniettati e gialle per gli altri.

Dagli animali ricatturati furono isolate le vertebre dalle quali furono ottenute, per mezzo di una sega a lenta velocità, alcune sezioni parasagittali che furono osservate ad un microscopio Leitz Diaplan equipaggiato con un sistema a luce ultravioletta munito di filtro tipo D per la tetraciclina.

Risultati e discussioni

Finora sono state ricatturati complessivamente 7 esemplari (Tab. 1); di 2 di essi è nota la data ed orientativamente l'area di ricattura mentre di 5 sono stati

Tab. 1 - Numero marca, data, coordinate di rilascio e di ricattura e lunghezza alla forca delle alalunghe ricatturate nello Ionio settentrionale dal 1990-1995.

Tag number code, date, co-ordinates of releasing and recovering and fork length of the recovered albacores in the Ionian Sea from 1990-1995.

	RILASCIO			RICATTURE		
N. marca	DATA	LF(cm)	COORDINATE	DATA	LF (cm)	COORDINATE
5364	11.11.90	76.0	40°10'N/17°15'E	10.11.91	-	-
5336	20.11.90	75.0	40°08'N/17°20'E	29.10.91	-	-
5262	07.10.91	71.0	40°05'N/17°16'E	07.12.94	77.0	39°50'N/17°28'E
00220	17.10.93	66.0	40°41'N/17°14'E	27.10.95	70.5	39°41'N/17°24'E
00330	22.11.94	70.0	40°05'N/17°22'E	04.10.95	72.5	40°02'N/17°24'E
00377	24.11.94	67.0	39°51'N/17°21'E	30.09.95	70.5	39°49'N/17°20'E
05158	06.12.94	71.0	39°55'N/17°13'E	07.10.95	73.5	39°38'N/17°23'E

recuperati gli animali interi con la data e le coordinate del luogo di ricattura. Su questi cinque è stato quindi possibile condurre le indagini necessarie per la verifica dell'età.

Tutte le ricatture sono avvenute nella stessa area a poche miglia della zona di rilascio.

La prima ricattura fu ottenuta il 7.12.1994. Si trattava, come già comunicato in una precedente nota (De Metrio *et al.*, 1996) di un animale rimasto in libertà tre anni e nel cui scheletro fu possibile evidenziare che, nei tre anni successivi all'iniezione di oxitetraciclina, si erano formate tre differenti strie di accrescimento. L'animale inoltre nei tre anni in libertà si era accresciuto di 6 cm (circa 2 cm all'anno). Nel 1995 sono state ottenute altre quattro ricatture. Tre degli esemplari ricatturati erano rimasti in libertà circa 10 mesi mentre uno era stato ricatturato dopo circa 24 mesi (Tab. 2). Dall'osservazione delle sezioni delle vertebre si osservò che, nei primi 3, si era formata solo una stria di accrescimento mentre nel quarto, rimasto in libertà due anni le strie formatesi erano 2.

Tab. 2 - Numero marca, data di rilascio e di ricattura, periodo di libertà, accrescimento totale, mensile ed annuale delle 5 alalunghe recuperate.

Tag number code, dates of release and recovery, time spent at liberty, total, monthly and annual growth of the 5 albacores whose body was returned.

N. marca	Data di rilascio	Data di ricattura	Mesi di libertà	LF (cm) al Rilascio	LF (cm) al Recupero	Accr. totale (cm)	Accr. ann. (cm)	Accr. mens. (cm)
5262	07.10.91	07.12.94	38	71.0	77.0	6.0	0.16	1.90
00220	17.10.93	27.10.95	24	66.0	70.5	4.5	0.19	2.25
00330	22.11.94	04.10.95	10	70.0	72.5	2.5	0.25	3.00
00377	24.11.94	30.09.95	10	67.0	70.5	3.5	0.35	4.20
05158	06.12.94	07.10.95	10	71.0	73.5	2.5	0.25	3.00

Conclusioni

Poichè tutte le ricatture sono state ottenute nella medesima area non è stato possibile ricavare informazioni sui movimenti migratori.

Le indagini condotte sugli ultimi 4 esemplari ricatturati hanno praticamente confermato quanto osservato nell'unico esemplare studiato nel 1994 e cioè che,

per ogni anno di vita in libertà, nelle alalunghe del Mediterraneo si forma una sola stria di accrescimento e l'accrescimento corporeo in lunghezza risulta mediamente di 2.87 cm all'anno mentre Ortiz de Zàrate *et al.* (1996) riportano per l'Atlantico un accrescimento medio annuo di 12.2 e 10.7 cm per classi di taglia rispettivamente di 57-63 cm e 64-69 cm.

Bibliografia

DE METRIO G., MEGALOFONOU P., ACONE F., SANNA L., PALMIERI G. (1996) - Prima verifica dell'età effettuata su un esemplare di *Thunnus Alalunga* Bonn. del Mediterraneo marcato con oxitetraciclina. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 337-340.

ORTIZ DE ZARATE V., MEGALOFONOU P., DE METRIO G., RODRIGUEZ-CABELLO C. (1996) - Preliminary age validation results from tagged-recaptured fluorochrome label albacore in North East Atlantic. *ICCAT Coll. Scient. Pap.*, **43**: 331-338.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 518-520

G. De Metrio, N. Santamaria, A. Corriero, M. Labate*, S. Desantis*, F. Acone**, L. Sanna**, G. Palmieri**

Dipartimento di Produzione Animale, Via Amendola 165/a - Bari, Italia.
*Dipartimento di Zoologia - Bari, Italia.
**Dipartimento di Anatomia degli Animali Domestici - Sassari, Italia.

STUDIO ISTOLOGICO PRELIMINARE SUGLI OVARI DI UN PESCE SPADA GIOVANE

PRELIMINARY HISTOLOGICAL STUDY ON THE OVARIES OF A YOUNG SWORDFISH

Abstract

Morphological and densitometric characteristics of the ovocytes present in the ovaries of a young female swordfish (LJFL=103 cm), caugth on September in the Ionian sea, showed five previtellogenic stages. Therefore, this sample may be still in the verginal phase.

Key-words: Ovary, ultrastructure, swordfish, teleosts.

Introduzione

Lo studio della riproduzione dei grandi pelagici spesso si basa su occasionali catture. Infatti le notizie riguardanti il ciclo ovarico del pesce spada (*Xiphias gladius* L.) sono alquanto scarse mentre più ricca è la letteratura per molti piccoli teleostei. In questo studio è illustrata la condizione degli ovari di una giovane femmina di pesce spada.

Materiali e metodi

Frammenti di entrambi gli ovari di un esemplare (LJFL=103 cm) catturato in settembre nelle acque dello Ionio (issato a bordo già deceduto), sono stati fissati in glutaraldeide 3% in tampone cacodilato 0.1 M (pH 7.2), postfissati in OsO_4 1% ed inclusi in Araldite 502. Sezioni semifini, colorate con blu di toluidina, sono state sottoposte ad analisi morfometriche e densitometriche. Sezioni ultrafini sono state contrastate con acetato di uranile e citrato di piombo ed osservate al ME Zeiss 108.

Risultati

L'esame istologico degli ovari ha evidenziato: ovogoni, ovociti in diversi stadi previtellogenetici e tessuto interstiziale (Fig. 1). Gli ovogoni, caratterizzati da un elevato rapporto nucleo-plasmatico, costituiscono nidi di cellule poligonali del diametro di 6-8 μm (Fig. 2a). I livelli maturativi degli ovociti sono stati classificati in 5 stadi sulla base del diametro e dell'affinità tintoriale dell'ovoplasma per il blu di toluidina (Fig. 1, Tabella 1). Gli ovociti meiotici (stadio 1) sono caratterizzati dal citoplasma privo di affinità tintoriale, mentre gli stadi successivi mostrano basofilia ovoplasmatica che gradualmente si riduce con l'accrescimento. Le osservazioni ultrastrutturali hanno evidenziato in tutti i tipi di ovociti ricchezza di ribosomi, mitocondri, vescicole di REL, nucleo eucromatico e nucleoli fortemente

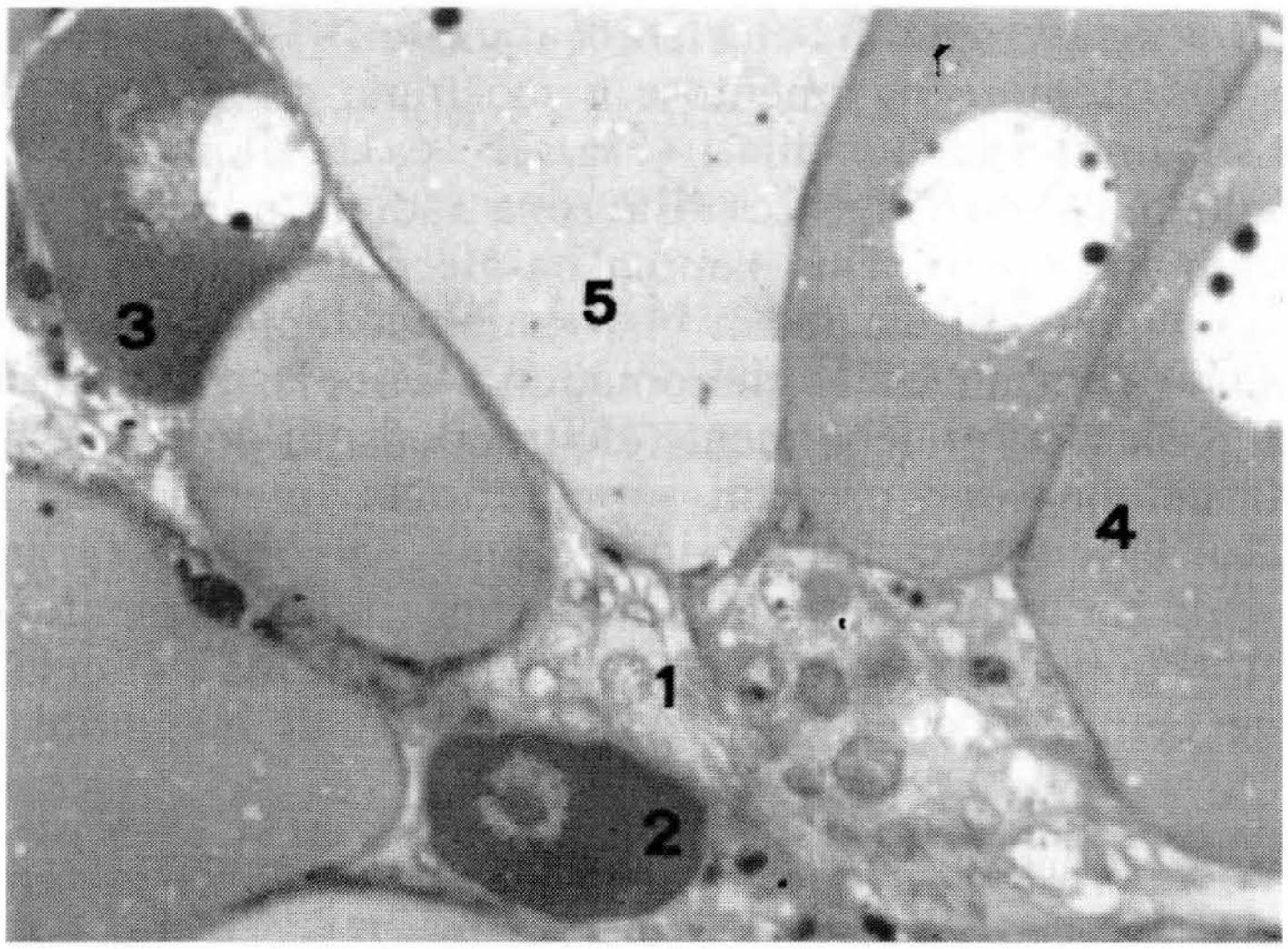
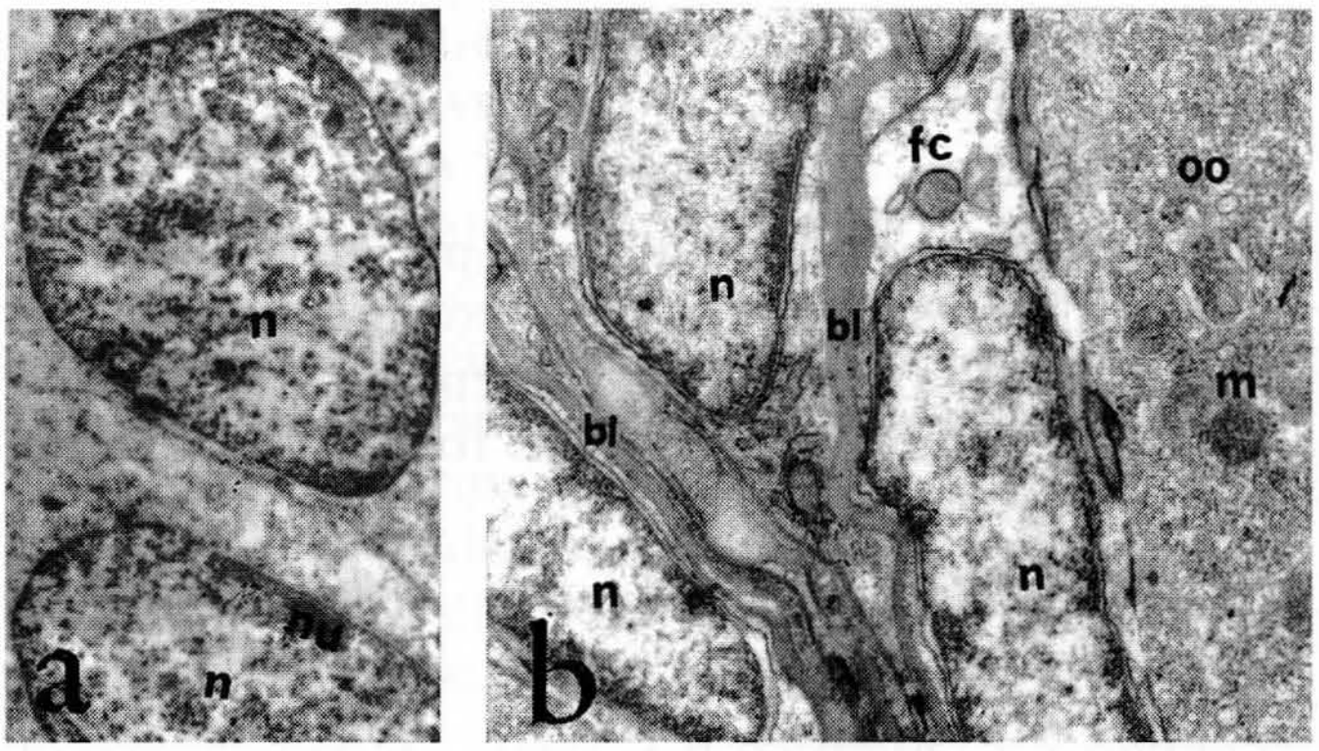


Fig. 1 - Sezione semifine mostrante i 5 stadi di accrescimento degli ovociti. Blu di toluidina. x500

Semithin section showing the 5 naturative stages of ovocytes. Toluidine Blu. x500.



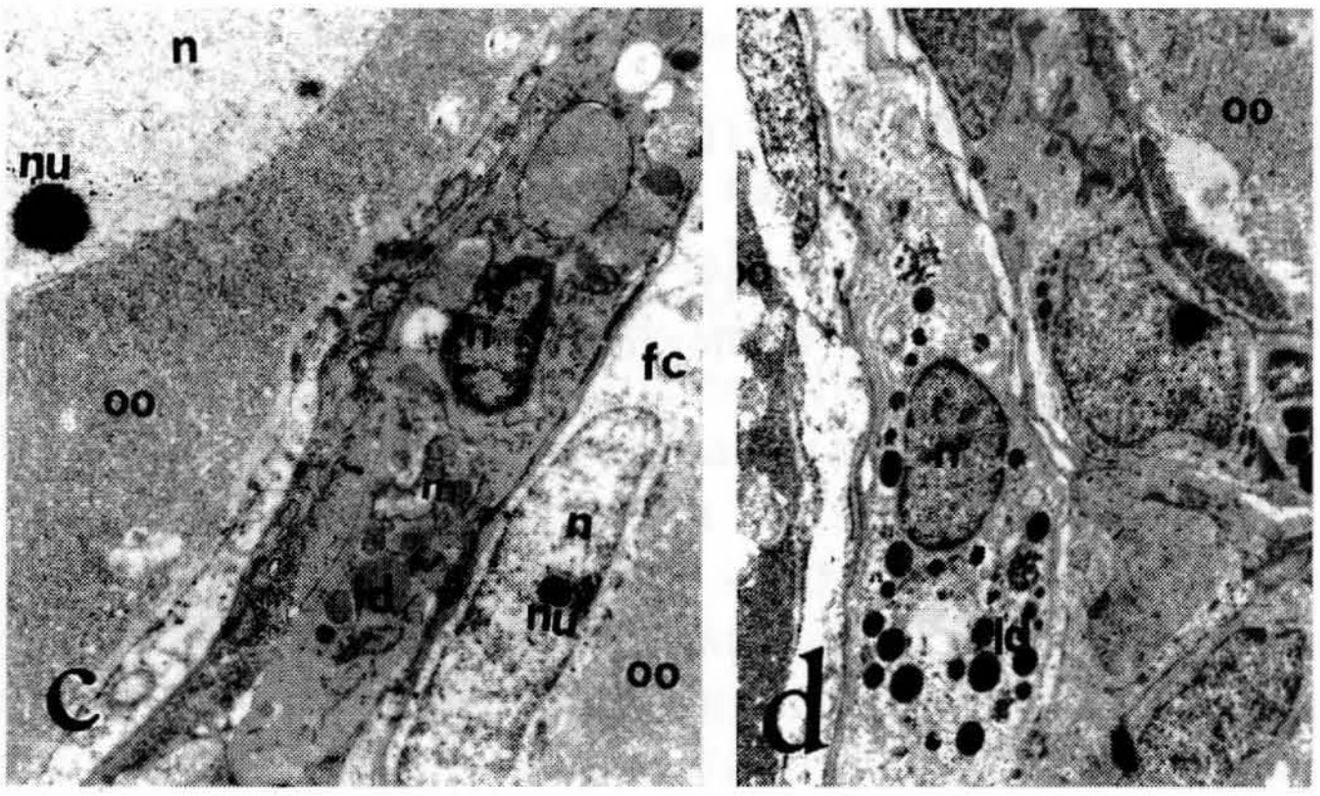


Fig. 2 - Caratteristiche ultrastrutturali dell'ovario. a: ovogoni; (x14000). b: particolari delle cellule follicolari e degli ovociti; (x25000). c: cellula interstiziale di tipo A tra 2 follicoli; (x14000). d: cellula interstiziale di tipo B; (x7100). bl, lamina basale; fc, cellula follicolare; ld, goccio-la lipidica; m, mitocondri; n, nucleo; nu, nucleolo; oo, ovoplasma.

Ultrastructural features of the ovary. a: oogonia; (x14000). b: detail of follicular cells and ovocytes; (x25000). c: type A interstizial cell between two follicles; (x14000). d: type B interstizial cell; (x7100). bl, basal lamina; fc, follicular cell; ld, lipid droplet; m, mitochondria; n, nucleus; nu, nucleolus; oo, ooplasm.

elettrondensi con scarsa cromatina nucleolo associata (Fig. 2b, c, d). Le cellule della granulosa sono sempre pavimentose e mostrano citoplasma elettronlucente per la presenza di ampi vacuoli chiari (Fig. 2b, c, d). Il nucleo è eucromatico e presenta un solo nucleolo (Fig. 2c). La zona radiata non è stata osservata in nessuno degli stadi follicolari. Una lamina basale circonda il follicolo (Fig. 2b, c, d) e su essa poggiano cellule tecali che sembrano appartenere a due citotipi: a) citotipo allungato con nucleo èterocromatico e citoplasma elettrondenso provvisto di profili di RER e corpi debolmente elettrondensi di probabile natura lipidica (Fig. 2c), queste cellule sono presenti soprattutto in interstizi esili fra follicoli del 4° e 5° stadio; b) citotipo di maggior volume, talvolta di forma stellata per i numerosi ed esili prolungamenti del citoplasma moderatamente elettrondenso contenente numerosi granuli fortemente elettrondensi di forma e dimensione variabile (Fig. 2d). Queste cellule occupano spazi interstiziali di maggiore ampiezza.

Tabella 1 - Caratteristiche morfo-densitometriche degli ovociti

Morpho-densitometric characteristics of ovocytes

stadio stage	diametro (μm) diameter (μm)	densità density	frequenza % frequency %
1	10-15	0.00	5.6
2	16-29	1.00	13.4
3	30-59	0.69	49.4
4	60-89	0.35	22.8
5	90-180	0.13	8.7

Cónclusioni

Questo studio mostra che la componente degli ovari è totalmente previtellogenetica, con caratteristiche citologiche simili a quelle descritte in altri teleostei (Matsuyama *et al.*, 1988, 1991; Giulianini *et al.*, 1994). Considerate le dimensioni dell'esemplare e le caratteristiche dei follicoli, riteniamo che l'esemplare fosse ancora nello stadio verginale.

Bibliografia

GIULIANINI P., DI MARCOTULLIO A., FERRERO E.A., PATZNER R.A. (1994) - Light microscopical and ultractructural cytology of the ovaries in the sea-grass goby *Zosterissessor ophiocephalus* (Osteichthyes, Gobiidae). *Boll. Zool.*, **61**: 135-144.

MATSUYAMA M., ADACHI S., NAGAHAMA Y., MATSUURA S. (1988) - Diurnal rhythm of oocyte development and plasma steroid hormone levels in the female red sea bream, *Pagrus major*, during the spawning season. *Aquaculture*, **73**: 357-372.

MATSUYAMA M., NAGAHAMA Y., MATSUURA S. (1991) - Observations on ovarian follicle ultrastructure in the marine teleost, *Pagrus major*, during vitellogenesis and oocyte maturation. *Aquaculture*, **92**: 67-82.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 521-524

P. Franzoi, C. Di Filippo, M.C. Bruno, R. Rossi*

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università della Tuscia,
Via S. Camillo de Lellis - 01100 Viterbo, Italia.
*Dip. di Biologia, Università di Ferrara, Italia.

RITMO NICTEMERALE DI ALIMENTAZIONE DI *SYNGNATHUS TAENIONOTUS* E *S. ABASTER* (OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE) IN UNA LAGUNA DEL DELTA DEL PO

DIEL FEEDING CYCLES OF *SYNGNATHUS TAENIONOTUS* AND *S. ABASTER* IN A LAGOON IN PO RIVER DELTA

Abstract

Diel feeding cycles of two species of pipefishes, Syngnathus taenionotus *and* S. abaster, *was investigated. The aim was to assess the differences in feeding ecology between males and females for species differing in feeding habits and life cycles.*

Key-words: diel feeding, *Syngnathus*, lagoon, Po River Delta.

Introduzione

Nella Sacca di Scardovari, un ambiente ad acque basse e salmastre del Delta del Po, i pesci ago *Syngnathus taenionotus* e *S. abaster* sono frequenti ed abbondanti, specialmente durante i mesi primaverili ed estivi, in coincidenza del loro periodo riproduttivo (Franzoi *et al.*, 1989). Queste due specie di singnatidi rimangono confinate in microhabitat di pascolo chiaramente distinti per la gran parte del loro ciclo vitale (Franzoi *et al.*, 1993): *S. abaster* si ciba prevalentemente di organismi bentonici che vivono per lo più associati alle macroalghe; *S. taenionotus* presenta un habitus di pascolo orientato soprattutto su organismi presenti nella colonna d'acqua sovrastante i letti di *Ulva* sp..

Vengono qui riportati i risultati dello studio del ritmo nictemerale di alimentazione di queste due specie di pesci ago. L'analisi è stata condotta separatamente per i due sessi, per mettere in evidenza eventuali differenze di alimentazione fra maschi e femmine.

Materiali e metodi

Nei giorni 23 e 24 aprile 1987 è stato condotto un ciclo giorno-notte di campionamenti in Sacca di Scardovari, della durata complessiva di 36 ore. Ad intervalli di 5-7 ore uno dall'altro sono stati prelevati campioni di ittiofauna in 8 stazioni fisse di campionamento, scelte in modo da rappresentare zone della sacca con differenti caratteristiche idrologiche, di granulometria del fondale e con diversa copertura macroalgale (Franzoi *et al.*, 1994). Per la cattura dei pesci è stata utilizzata una sciabica da spiaggia lunga 30 m e con maglia di 2 mm nel sacco centrale. I campioni sono stati immediatamente fissati in formalina al 10 % neutralizzata. Tutti i pesci ago campionati sono stati misurati e sessati; dei maschi è stato anche determinato il grado di sviluppo e di riempimento della tasca incubatrice. L'analisi del ritmo alimentare è stata condotta su subcampioni di maschi

pregni e di femmine mature di ognuna delle due specie estratti dai campioni originali corrispondenti alle diverse ore di campionamento. Di ogni individuo è stato calcolato l'indice di replezione IR = Pg/Pb, dove Pg è il peso umido del contenuto del canale alimentare (± 0,001 g) e Pb è il peso umido corporeo totale (± 0,001 g). Inoltre, è stata effettuata l'analisi del contenuto del canale alimentare in corrispondenza del picco massimo giornaliero di alimentazione delle due specie.

Risultati

I pesci ago *Syngnathus taenionotus* e *S. abaster* non sono risultati omogeneamente distribuiti in sacca: la quasi totalità delle catture è stata effettuata nelle sole due stazioni in cui erano presenti densi banchi di *Ulva* sp.. In entrambe le specie, il rapporto sessi è risultato significativamente spostato a favore dei maschi: la percentuale di questi ultimi sul totale degli individui sessati è risultata pari all' 85,3 % (χ^2 = 238, p<0,001) ed al 61,4 % (χ^2 = 32, p< 0,001), rispettivamente in *S. taenionotus* ed in *S. abaster*. Il periodo di campionamento ha coinciso con il picco dell'attività riproduttiva di entrambe le popolazioni studiate: la quasi totalità delle femmine esaminate presentava le gonadi mature e la maggioranza dei maschi catturati aveva la tasca incubatrice piena di uova.

Entrambe le specie si alimentano pressocchè esclusivamente durante le ore diurne (Tab. 1): il picco dell'attività alimentare è stato infatti registrato nelle prime ore

Tab. 1 - Ciclo nictemerale di alimentazione: per ora di campionamento sono riportati i valori medi dell'indice di replezione (± D.S.); sono anche indicati i livelli di significatività del test U di Mann-Whitney per i confronti fra i sessi.

Diel feeding cycle: the mean values (± D.S.) of repletion index at different sampling hours are reported, together with significance levels of Mann-Whitney U test for comparison between sexes.

Syngnathus abaster					
	N° MASCHI	**N° FEMMINE**	**I.R. MEDIO MASCHI (D.S.)**	**I.R. MEDIO FEMMINE (D.S.)**	**P**
ORE 15-16	10	10	0,027 (0,014)	0,063 (0,020)	< 0,01
ORE 20-21	10	10	0,023 (0,015)	0,049 (0,014)	< 0,01
ORE 03-04	10	10	0.008 (0,004)	0,023 (0,023)	N.S.
ORE 10-11	10	10	0,022 (0,009)	0,037 (0,010)	< 0,01
ORE 15-16	10	10	0,028 (0,011)	0,047 (0,012)	< 0,001
Syngnathus taenionotus					
	N° MASCHI	**N° FEMMINE**	**I.R. MEDIO MASCHI (D.S.)**	**I.R. MEDIO FEMMINE (D.S.)**	**P**
ORE 15-16	17	15	0,040 (0,016)	0,079 (0,029)	< 0,001
ORE 20-21	10	11	0,019 (0,007)	0,043 (0,020)	< 0,01
ORE 03-04	10	10	0,012 (0,016)	0,020 (0,018)	N.S.
ORE 10-11	10	6	0,011 (0,005)	0,034 (0,012)	< 0,001
ORE 15-16	10	4	0,023 (0,013)	0,040 (0,020)	N.S.

del pomeriggio sia in *S. taenionotus* che in *S. abaster*. In quest'ultima specie il ritmo di alimentazione è risultato simile nei due sessi, con valori minimi dell'indice di replezione durante il campionamento notturno (ore 03-04); già a partire dalla mattinata (ore 10-11) si riscontra comunque una netta ripresa dell'attività alimentare. In *S. taenionotus* è invece evidenziabile un diverso comportamento nei due sessi. Nei maschi i valori dell'indice di replezione vanno progressivamente declinando durante le ore di buio per raggiungere il valore minimo nella mattinata successiva; solo a partire dal primo pomeriggio si registra una ripresa dell'attività alimentare. Le femmine presentano un ciclo del tutto simile a quello riscontrato per entrambi i sessi di *S. abaster*, cessando di alimentarsi soltanto durante la notte.

In tutte e due le specie sono state messe comunque in evidenza differenze nell'intensità di alimentazione tra i due sessi: durante il periodo di attiva alimen-

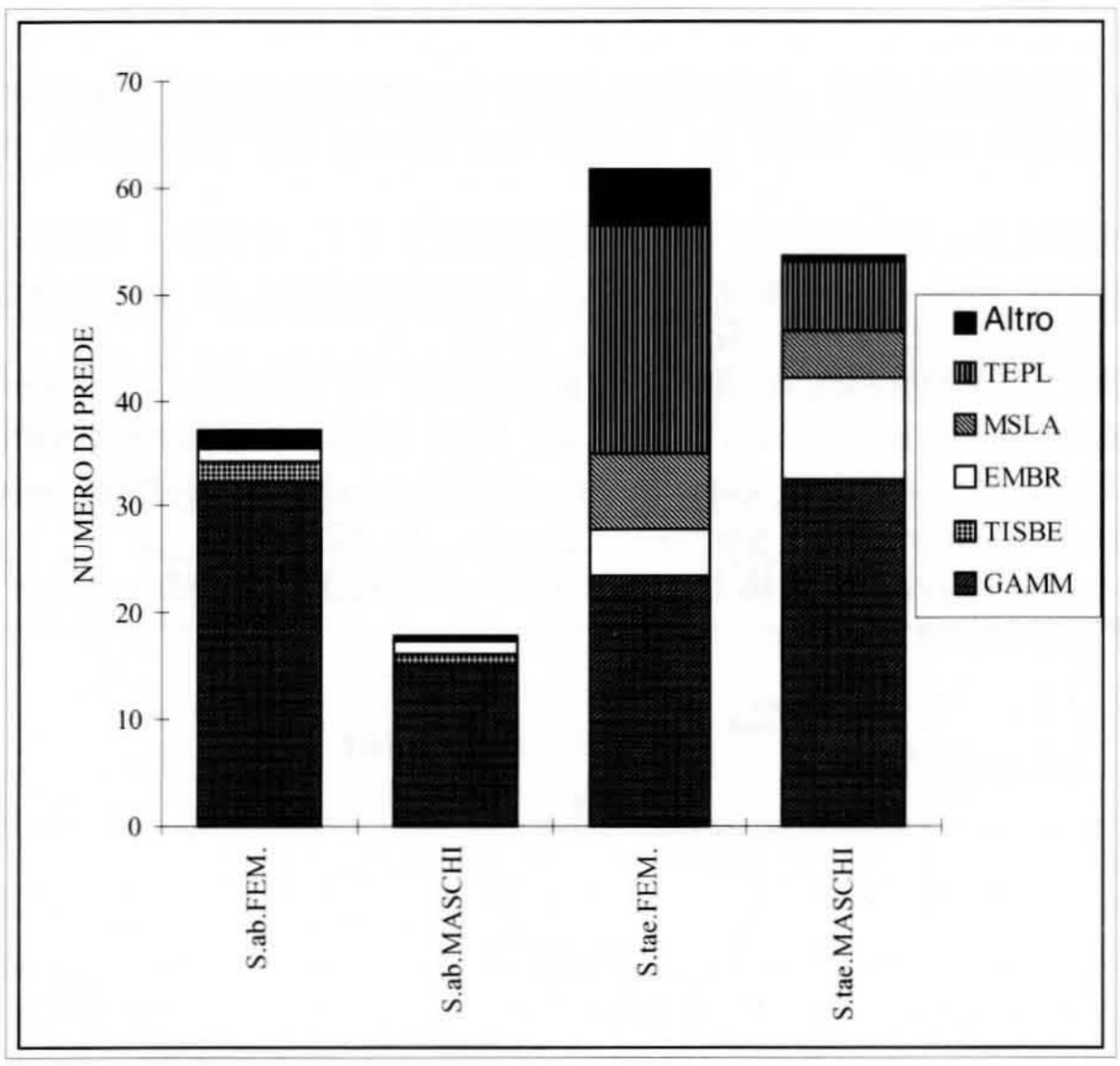


Fig. 1 - Composizione della dieta: numero medio per contenuto gastrico dei principali tipi di preda rinvenuti nei campioni di femmine e di maschi delle due specie di *Syngnathus*. (S. ab.: *S. abaster*; S. tae.: *S. taenionotus*; EMBR: embrioni di misidacei; TEPL: postlarve di teleostei; MSLA: *Mesopodopsis slabberi*; GAMM: *Gammarus sp.*).

Diet composition: mean number of the main prey types per stomach content found in males and females of the two *Syngnathus* species. (S. ab.: *S. abaster*; S. tae.: *S. taenionotus*; EMBR: mysidaceous embryos; TEPL: alevins of teleostea; MSLA: *Mesopodopsis slabberi*; GAMM: *Gammarus* sp.).

tazione, la quantità di cibo presente nel canale alimentare è significativamente maggiore nelle femmine che nei maschi.

Per quanto riguarda la composizione della dieta (Fig. 1), in *S. abaster* questa è risultata pressocchè la stessa nei due sessi: la preda di gran lunga dominante è l'anfipode bento-fitale *Gammarus* sp.. Nel caso di *S. taenionotus*, i maschi sembrano legati ad un microhabitat di pascolo di tipo fitale, predando soprattutto *Gammarus* sp.; le femmine, invece, si cibano in egual misura di organismi bento-fitali e di organismi planctonici (adulti del misidaceo *Mesopodopsis slabberi* e postlarve di Teleostei).

Discussione e conclusioni

In entrambe le specie di *Syngnathus* le differenze di alimentazione messe in evidenza fra i sessi sembrano spiegabili in termini di un diverso comportamento dei maschi pregni, che si concentrano tra la vegetazione acquatica e riducono la loro attività alimentare, probabilmente per minimizzare il rischio di essere predati (Svensson, 1988; Roelke e Sogard, 1993). In *S. taenionotus* è stato inoltre messo in evidenza un differente comportamento alimentare fra i due sessi: i maschi che stanno incubando, diversamente dalle femmine, si cibano soprattutto di prede fitali anche se quest'ultime non sono probabilmente le prede più confacenti all'alimentazione di questo singnatide (Franzoi *et al.*, 1993).

Bibliografia

FRANZOI P., GAIANI V., TRISOLINI R., ROSSI R. (1994) - Distribuzione spaziale e variazioni nictemerali della comunità ittica riparia nella Sacca di Scardovari (Delta del Po). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 297-298.

FRANZOI P., MACCAGNANI R., ROSSI R., CECCHERELLI V.U. (1993) - Life cycles and feeding habits of *Syngnathus taenionotus* and *S. abaster* (Pisces, Syngnathidae) in a brackish bay of the Po River Delta (Adriatic Sea). *Mar Ecol. Prog. Ser.*, **97**: 71-81.

FRANZOI P., TRISOLINI R., CARRIERI A., ROSSI R. (1989) - Caratteristiche ecologiche del popolamento ittico ripario della Sacca di Scardovari (Delta del Po). *Nova Thalassia*, **10**: 399-405.

ROELKE D. L., SOGARD S. M. (1993) - Gender-based differences in habitat selection and activity level in the Northern pipefish (*Syngnathus fuscus*). *Copeia*, **2**: 528-532.

SVENSONN I. (1988) - Reproductive costs in two sex-role reversed pipefish species (Syngnathidae). *Journal of Animal Ecology*, **57**: 929-942.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 525-527

D. GIORDANO, B. SPALLETTA, F. PERDICHIZZI, S. GRECO

Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R., Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DI *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (L., 1758) NEL TIRRENO MERIDIONALE

DISTRIBUTION AND CATCH OF *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* IN THE SOUTH THYRRENIAN SEA

Abstract

Abundance estimate, geographic and bathymetric distribution of Merluccius merluccius *caught in south Thyrrenian Sea during 13 trawl surveys conducted between 1990 and 1995, are describted.*

Key-words: *Merluccius merluccius*, distribution, abundance.

Introduzione

Il Nasello *Merluccius merluccius* costituisce una delle specie più importanti per le attività di pesca nel Mediterraneo. A tale proposito si vuole fornire il risultato della ricerca condotta tra il 1990 ed il 1995 nel Tirreno meridionale. La comprensione dei fenomeni di reclutamento è intimamente connessa alla conoscenza sui tempi e luoghi di riproduzione (Orsi Relini L. *et al.*, 1989).

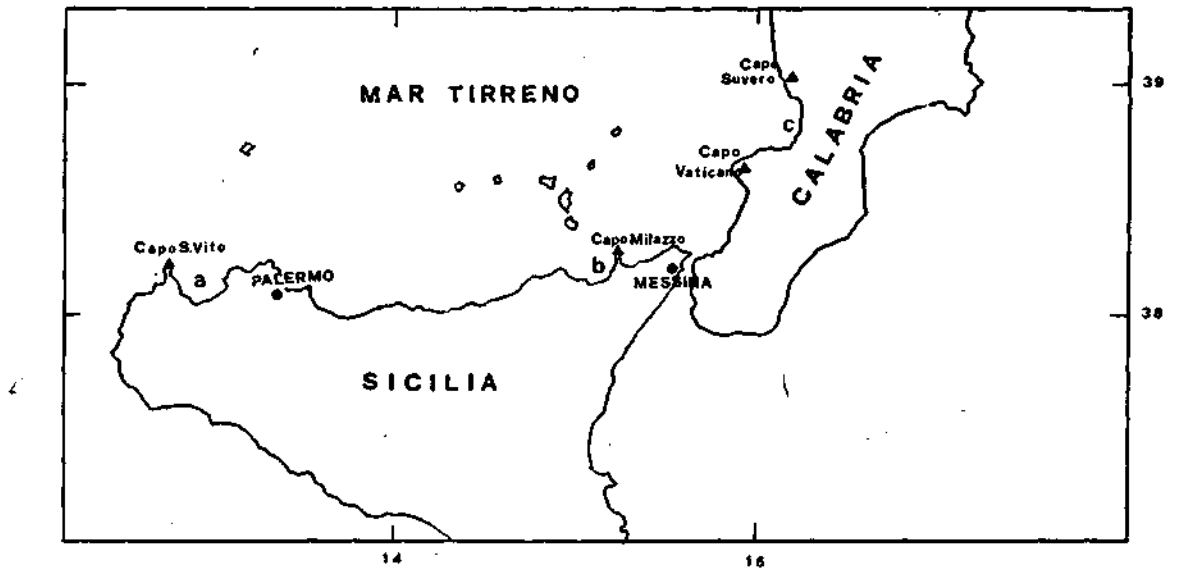


Fig. 1 - Area di studio *Merluccius merluccius*. a) Golfo di Castellamare; b) Golfo di Patti; c) Golfo di S. Eufemia.

Study area of *Merluccius merluccius*. a) Gulf of Castellamare; b) Gulf of Patti; c) Gulf of S. Eufemia.

Materiali e metodi

I dati sono stati raccolti nell'ambito del Programma "Valutazione delle risorse demersali nei mari italiani" tra 0 e 700 metri di profondità (Greco S., 1994). Il disegno dei survey è stato quello utilizzato da tutte le unità operative che hanno partecipato ai programmi 1990-1993 e 1994-1995. Sono stati condotti tredici trawl surveys nell'area compresa tra Capo S. Vito (Sicilia) e Capo Suvero (Calabria) (Fig.1) ed il Nasello risulta essere la specie a più ampia distribuzione batimetrica

ed è stata pescata a tutte le profondità interessate dalla ricerca. Per dare una valutazione preliminare dello stato della risorsa abbiamo usato come indice di abbondanza la cattura media oraria. Considerato che in tutti i trawl surveys è sempre stato usato lo stesso peschereccio e la stessa rete, le catture sono state standardizzate rispetto alla durata della cala, fissata in 60 minuti. Nella tabella 1 si riportano le catture medie orarie per stagione e per anno e le relative deviazioni standard. Nella tabella 2 viene mostrata la percentuale delle catture medie orarie in kg/h e N/h per stagione e per strato batimetrico.

Tab. 1 - Catture medie orarie per stagione, per anno e deviazione standard di *Merluccius merluccius*.

Catches (medium values) by season,year and standard deviation of *Merlucclus Merlucclus*.

Stagioni	Cattura media oraria stagionale kg	Dev. St.	Cattura media oraria annuale kg	Dev. St.
Autunno 90	0.759	0.683	0.759	0.683
Primavera 91	1.500	1.334		
Estate 91	0.567	0.698		
Autunno 91	0.650	0.911	0.906	1.019
Primavera 92	0.834	0.976		
Estate 92	0.750	0.832		
Autunno 92	0.510	0.592	0.700	0.751
Primavera 93	1.500	1.696		
Estate 93	0.592	0.064	1.046	1.281
Primavera 94	1.665	2.147		
Autunno 94	0.943	1.425	1.304	1.730
Primavera 95	1.890	1.767		
Autunno 95	1.676	2.032	1.783	1.767

Tab. 2 - Percentuale delle catture medie orarie in kg/h N/h per stagione e per strato batimetrico.

Catches (medium values) in percentage(kg/h and N/h) by season and stratum.

	0-50 metri		50-200 metri		200-450 metri		450-700 metri	
	kg/h %	N/h %	kg/h %	N/h %	kg/h %	N/h %	kg/h %	N/h %
Autunno 90	0	0	4.51	16.63	6.48	3.31	23.14	30.26
Primavera 91	16.67	20.39	9.35	4.21	12.10	10.22	12.61	4.99
Estate 91	0	0	2.69	1.89	7.33	5.52	0	0
Autunno 91	0	0	6.23	4.42	3.41	1.10	0	0
Primavera 92	0	0	6.02	4.63	7.50	14.09	0	0
Estate 92	2.10	3.01	2.90	2.11	9.55	11.05	10.53	4.99
Autunno 92	9.38	9.06	4.41	4.63	2.05	0.55	0	0
Primavera 93	2.10	1.49	6.34	4.84	18.92	22.38	16.83	4.99
Estate 93	0	0	3.97	1.89	5.28	5.25	6.31	4.99
Primavera 94	18.52	18.52	15.60	12.84	5.41	6.08	10.78	4.39
Autunno 94	3.13	4.53	9.80	9.26	3.24	3.04	0	0
Primavera 95	46.39	40.77	13.74	15.37	9.29	8.84	0	0
Autunno 95	1.72	2.63	14.45	17.26	9.46	8.56	19.80	45.39
% Catture	**5.77**		**56.03**		**35.33**		**2.86**	
% Esemplari		**4.95**		**53.49**		**40.77**		**0.79**

Risultati

La cattura media oraria annuale (Tab.1) evidenzia un incremento che va da da 0.759 kg (autunno '90) a 1.783 kg (autunno'95). L'andamento della cattura media oraria stagionale (Fig. 2) mostra valori più elevati nei periodi primaverili e precisamente nella primavera '91 (1.500 kg), primavera '93 (1.500 kg), per aumentare nella primavera del '94 (1.665 kg) e nella primavera del '95 (1.890 kg).

Tra 0 e 50 metri di profondità (tab.2) la cattura media oraria stagionale (%) più abbondante si ha nella primavera 1995 (46.39% in peso e 40.77 % in numero). Le maggiori catture si hanno tra 50 e 200 metri e la distribuzione appare più omogenea, con valori più elevati in peso nella primavera '94 ed in numero nell'autunno '95. Nello strato batimetrico successivo (200-450 m) si osserva un picco nella primavera del '93. Infine tra 450 e 700 metri si ha una massima percentuale di catture in peso nell'autunno 1990 ed in numero nell'autunno 1995.

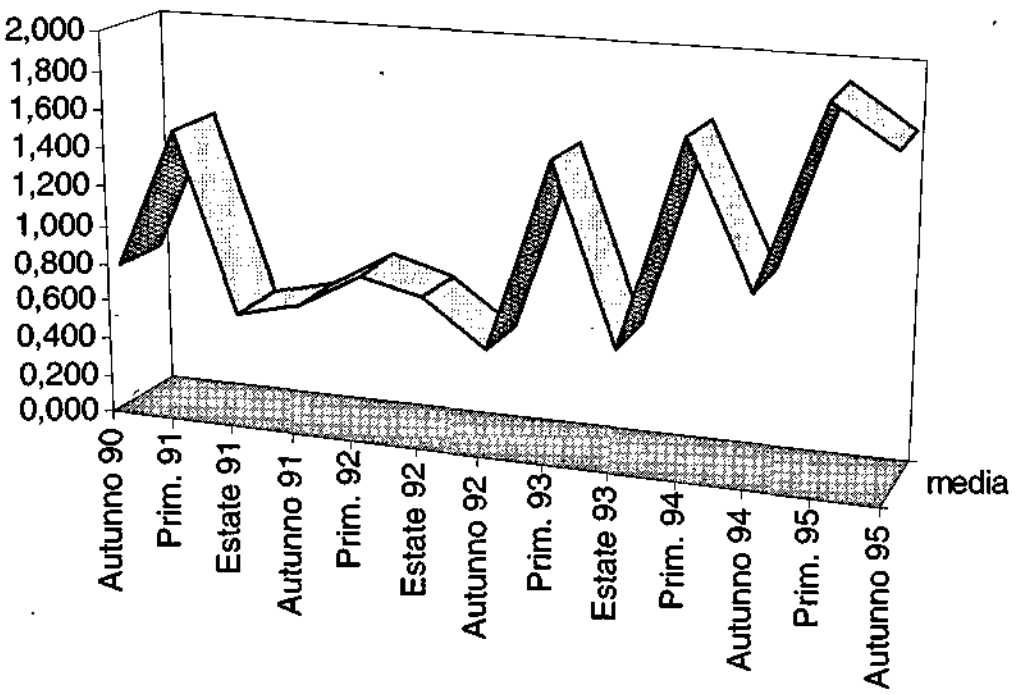


Fig. 2 - Andamento delle catture medie per stagione in kg/h.
Catches (medium values) by season (kg/h).

Conclusioni

Dall'analisi dei dati nell'area indagata si evidenzia un incremento del Nasello nel corso degli anni, dovuto probabilmente alle limitazioni alla pesca in alcuni Golfi che ricadono nell'area indagata: Golfo di Castellammare, Golfo di Patti e Golfo di Sant'Eufemia. È proprio a livello di queste zone che sono state registrate le maggiori catture.

Bibliografia

GRECO S. (1994) - Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Capo Suvero-S.Vito Lo Capo). Atti seminario sulla regolazione dello sforzo di pesca, Roma 1992. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (2): 61-66.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1989) - Le nurseries del Nasello Mediterraneo. *Nova Thalassia*, **10** (Suppl. 1): 407-416.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 528-529

O. Giovanardi, F. Pranovi, M. De Girolamo

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,
Viale stazione, 5 - 30015 Chioggia, Italia.

UN MODELLO DI PESCA ARTIGIANALE MULTI-ATTREZZO NELLA MARINERIA DI CHIOGGIA (ALTO ADRIATICO)

A MULTI-GEAR ARTISAN FISHERY IN THE CHIOGGIA FLEET (NORTHERN ADRIATIC)

Abstract

A description of a multi-target artigianal fishery 'surviving' in Chioggia fleet is reported. The study includes considerations about catch composition and changes of target and fishery area.

Key-words: artisan-fishery, multi-target fishery.

Introduzione

La pesca con reti da traino a coppia era un tempo diffusa nella marineria chioggiotta e, anche se era esercitata solo nei periodi climaticamente più favorevoli, assicurava la sussistenza degli operatori. Ora invece il numero di natanti che praticano ancora questo tipo di attività si è ridotto a solo una decina di coppie e le modalità di esercizio sono radicalmente mutate. Le imbarcazioni utilizzate sono però ancora i tipici 'bragozzi' chioggiotti (ormai gli ultimi rimasti in attività).

Questo tipo di pesca artigianale riesce ancora a 'sopravvivere' solo grazie alle sue caratteristiche di 'adattabilita'. Essa infatti, a differenza di altri tipi di pesca presenti a Chioggia, prevalentemente 'oligospecifici' e monoattrezzo, risulta assai variabile nel tempo e nello spazio.

Vengono infatti utilizzati almeno quattro tipi diversi di rete, sempre mediante traino in coppia ("agugliara", "volante", "coccia con ciocioli" da laguna e da mare), selezionando l'area di pesca a seconda della stagione (migrazioni delle specie bersaglio) e sfruttando le caratteristiche di ambienti diversi quali quello lagunare, quello marino costiero e quello estuarino.

Quindi la sopravvivenza di questa attività di pesca artigianale è consentita sia dal suo "opportunismo" che dalla sua "specializzazione" in quanto alcuni degli attrezzi utilizzati (es. 'agugliara') risultano estremamente selettivi nei confronti del "target" (es. *Belone belone*).

Materiali e metodi

Mediante interviste ed imbarchi 'ad hoc' sono stati raccolti dati sulle catture medie per imbarcazione e sulle variazioni per periodo di zona di pesca e di specie bersaglio.

Gli attrezzi utilizzati sono spesso 'tipici' della marineria (coccia con ciocioli: una rete da traino munita lungo la lima da piombi di particolari attezzi, i ciocioli appunto, atti a rotolare sul fondo impedendo così alla rete di insabbiarsi) oppure sono 'rivisitati' a seconda delle esigenze (agugliara e volante).

Risultati e discussione

La peculiarità di questo tipo di pesca viene evidenziata mediante l'analisi della composizione delle catture nel corso di un intero anno di attività (1995) da cui si evince la tendenza a selezionare la zona di pesca (litorale compreso tra Pellestrina e le foci dell'Adige, bacino centro-sud della laguna, foci del Brenta e dell'Adige) e l'attrezzo in funzione delle diversi specie bersaglio (Tab.1).

Tab. 1 - Variazioni dell'area di pesca e dell'attrezzo in funzione della specie bersaglio nei diversi mesi dell'anno.

Fishing area and gear in relation to target species and month.

periodo	attrezzo	specie bersaglio	area di pesca
gen,feb,mar	'coccia con ciocioli' (da mare)	*Atherina boyeri*	mare
feb	volante	*Liza* spp.	fiume
apr	'agugliara'	*Belone belone*	laguna
mag,giu,lug,ago	'volante'	*Engraulis encrasicolus*	laguna
giu	'volante'	*E. encrasicolus*	mare
ott,nov	'coccia con ciocioli' (da laguna)	*A. boyeri*	laguna
nov,dic	'coccia con ciocioli' (da mare)	*A. boyeri*	mare

Le catture 'accessorie' consentono di verificare come, in alcuni casi, si evidenzi una elevata specificità della specie bersaglio determinata o dalla estrema selettività dell'attrezzo (agugliara) ovvero dalla particolarità della zona di pesca (foci dei fiumi nel caso dei mugilidi).

Gli andamenti stagionali delle catture delle principali specie bersaglio (aguglia, latterino, acciuga, cefali) possono fornire indicazioni relative agli spostamenti di tali organismi da un ambiente all'altro.

L'aguglia, *Belone belone* (L.), entra in laguna nel periodo aprile-maggio per la deposizione delle uova. Anche il latterino *Atherina boyeri* Risso (L.) fa la sua comparsa in ambiente lagunare all'inizio della primavera per la deposizione delle uova e migra poi in mare con l'inizio della stagione fredda. Per quanto riguarda *Engraulis encrasicolus* (L.), è possibile descrivere la Laguna di Venezia in qualità di zona "nursery", come confermato anche da dati provenienti da campioni di plancton che mettono in luce la presenza di uova di questa specie anche all'interno dell'area lagunare. Inoltre esiste una porzione della popolazione di acciughe che non abbandona mai la laguna stessa, neppure durante il periodo invernale, rifugiandosi nei canali più profondi ed in particolare nei pressi della Centrale termoelettrica di Fusina nell'area industriale di Porto Marghera.

In conclusione, quindi, ci sembra interessante descrivere e in qualche modo rivalorizzare questi tipi di pesca artigianale che contengono elementi della 'tradizione' ed alcuni interessanti spunti di carattere gestionale delle risorse.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 530-532

T. La Rosa, L. Lopiano, G. Sarà, A. Mazzola

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi 18 - 90123 Palermo, Italia.

OSSERVAZIONI SULLA DIETA DI FORME GIOVANILI DI *MULLUS SURMULETUS* (LINNEO, 1758) NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE)

FEEDING HABITS OF *MULLUS SURMULETUS* JUVENILES IN THE STAGNONE DI MARSALA (W-SICILY)

Abstract

Diet composition and feeding rhythm of juveniles of Mullus surmuletus *are studied. The fish were collected in the lagoon of Stagnone di Marsala (Western Sicily) in July 1995, during a 24 hour sampling. Polychaeta, Copepoda, Amphipoda and Tanaidacea are the most important taxonomic groups in the diet. The deduced feeding rhythm results to be unimodal.*

Key-words: Feeding habits, *Mullus surmuletus*, juveniles, lagoon.

Introduzione

Mullus surmuletus L. è un perciforme appartenente alla famiglia dei Mullidi, comunissimo lungo le coste del Mediterraneo, dove vive in prossimità della riva su fondi sabbiosi o pietrosi ricchi di vegetazione. Gli esemplari giovanili hanno abitudini gregarie, mentre gli adulti vivono isolati o in piccoli gruppi (Tortonese, 1975). Nello Stagnone di Marsala, area lagunare dove è stato effettuato il campionamento, *M. surmuletus* rappresenta una specie "transiente" e poco comune, presente in fase giovanile per un breve periodo estivo (Sarà *et al.*, 1995). Esistono diversi lavori riguardanti le preferenze alimentari degli adulti mentre scarse sono le notizie bibliografiche riguardanti la dieta delle forme giovanili. Al fine, quindi, di conoscere alcuni degli aspetti dell'alimentazione dei piccoli di *M. surmuletus,* è stata condotta un'analisi qualitativa, volta ad indagare, durante un ciclo nictemerale, quali siano i principali componenti nella dieta. Contemporaneamente è stata affrontata un'analisi quantitativa con lo scopo di evidenziare variazioni nell'assunzione di cibo nell'arco della giornata.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nel luglio 1995 nei pressi della bocca sud dello Stagnone di Marsala caratterizzata da un substrato sabbioso su cui si insedia una rada prateria di *Cymodocea nodosa.* I pesci sono stati raccolti con una tratta di 6 metri durante un ciclo di 24 ore ad intervalli di 4 ore. Da ogni pescata sono stati selezionati 30 esemplari di taglia omogenea, narcotizzati in cloroformio, fissati in una soluzione neutra, in acqua di mare, di formalina al 10%, e successivamente separati in due lotti ognuno di 15 animali, rispettivamente per le analisi qualitative e quantitative della dieta. Sono stati esaminati in totale 180 individui, di cui 90 per l'analisi qualitativa (Ls media 47.99 ± 5.50 mm e Pt medio 1.80 ± 0.81 g), 90 per l'analisi quantitativa (Ls media 48.27 ± 5.87 mm e Pt medio 1.77 ± 0.93 g). Per ogni esemplare sono stati misurati il peso totale e la

Tab. 1 - Coefficiente di vacuità e percentuali del numero, frequenza, volume delle prede.

Coefficient of vacuity and percent number, occurrence frequency, percent volume of prey categories.

	ore 12.00			ore 16.00			ore 20.00			ore 24.00			ore 04.00			ore 08.00		
	CV%	=	0	CV%	=	0	CV%	=	0	CV%	=	100	CV%	=	67	CV%	=	0
ITEMS	N%	F%	V%	N%	F%	V%	N%	F%	V%	N%	F%	V%	N%	F%	V%	N%	F%	V%
Anfipodi	11.54	40.00	14.21	14.07	73.33	7.35	2.38	46.67	1.25	-	-	-	-	-	-	3.32	40.00	4.50
Copepodi	19.78	73.33	1.91	19.44	73.33	2.00	19.35	86.67	2.05	-	-	-	17.65	13.33	3.83	25.73	66.67	4.25
Cumacei	8.24	46.67	8.12	2.30	33.33	4.19	0.28	13.33	0.15	-	-	-	5.88	6.67	2.19	-	-	-
Isopodi	3.85	26.67	3.69	1.28	26.67	0.43	0.14	6.67	1.64	-	-	-	-	-	-	0.83	6.67	2.92
Misidacei	1.65	20.00	2.51	0.77	20.00	0.97	2.66	26.67	3.09	-	-	-	-	-	-	3.73	26.67	5.83
Ostracodi	6.59	33.33	3.97	1.53	26.67	0.55	0.70	26.67	0.46	-	-	-	-	-	-	1.66	20.00	1.03
Policheti	35.71	66.67	44.85	18.67	86.67	18.87	5.19	60.00	15.52	-	-	-	35.29	6.67	74.32	4.56	46.67	6.08
Tanaidacei	4.40	20.00	1.02	41.43	20.00	34.07	67.88	26.66	38.56	-	-	-	41.18	13.33	19.67	59.34	86.66	47.28
Rest.crost.	-	26.67	6.32	-	-	-	-	66.67	17.80	-	-	-	-	-	-	-	13.33	4.74
Vegetali	-	-	-	-	-	-	-	6.67	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
altri	8.24	40.00	2.17	0.51	13.33	1.46	1.40	33.33	3.89	-	-	-	-	-	-	0.83	6.67	0.12
detrito	-	46.67	11.23	-	80.00	30.12	-	93.33	15.29	-	-	-	-	-	-	-	66.67	23.25

lunghezza standard. Limitatamente agli esemplari destinati all'analisi quantitativa della dieta, è stato calcolato il peso secco del contenuto stomacale, valutato dopo una permanenza in stufa a 60° C.

Ogni stomaco è stato dissezionato alla stereolente e sono state individuate e contate le principali frazioni della dieta. Sono stati quindi calcolati i principali indici semplici come il coefficiente di vacuità (CV%), la frequenza di preda (Fr%), la percentuale in numero di preda (N%), la percentuale in volume di una preda (V%).

Dall'andamento dei pesi medi secchi percentuali del contenuto stomacale, nell'arco delle 24 ore di campionamento, è stato dedotto il ritmo alimentare giornaliero.

Risultati

In Tab. 1 vengono riportati i valori degli indici semplici calcolati per ciascuna categoria di preda. Sono state considerate prede accidentali e raggruppate nella categoria "altri" quelle rinvenute con valori di Fr% minori di 1.

Si rileva, inoltre, contemporaneamente alle prede, un'elevato valore (V%) di detrito minerale. Dal confronto dei valori di Fr%, alle ore 12.00 e alle ore 20.00 i Policheti ed i Copepodi risultano essere le prede preferenziali (Fr>50%); i primi presentano anche valori elevati di V% e N%; tutte le altre categorie, risultano prede secondarie o accidentali.

Alle ore 16.00 risultano prede preferenziali oltre che i Policheti e i Copepodi anche gli Anfipodi. Dopo un'assenza di alimentazione nelle ore notturne, alle ore 08.00 la specie ritorna ad alimentarsi preferendo prede come Tanaidacei e Copepodi.

Dall'analisi dei pesi secchi percentuali del contenuto stomacale nelle 24 ore, si evince un ritmo alimentare giornaliero unimodale (Fig. 1). La fase di alimentazione inizia tra le ore 08.00 e le ore 12.00 e prosegue presentando il massimo di alimentazione tra le ore 12.00 e le 20.00.

Alle ore 04.00 si registra il picco di peso secco del contenuto stomacale pari al 32.78% del peso secco totale giornaliero. Tra le ore 20.00 e le 08.00 è possibile dedurre una virtuale assenza di alimentazione.In totale sono stati identificati 9 principali gruppi tassonomici.

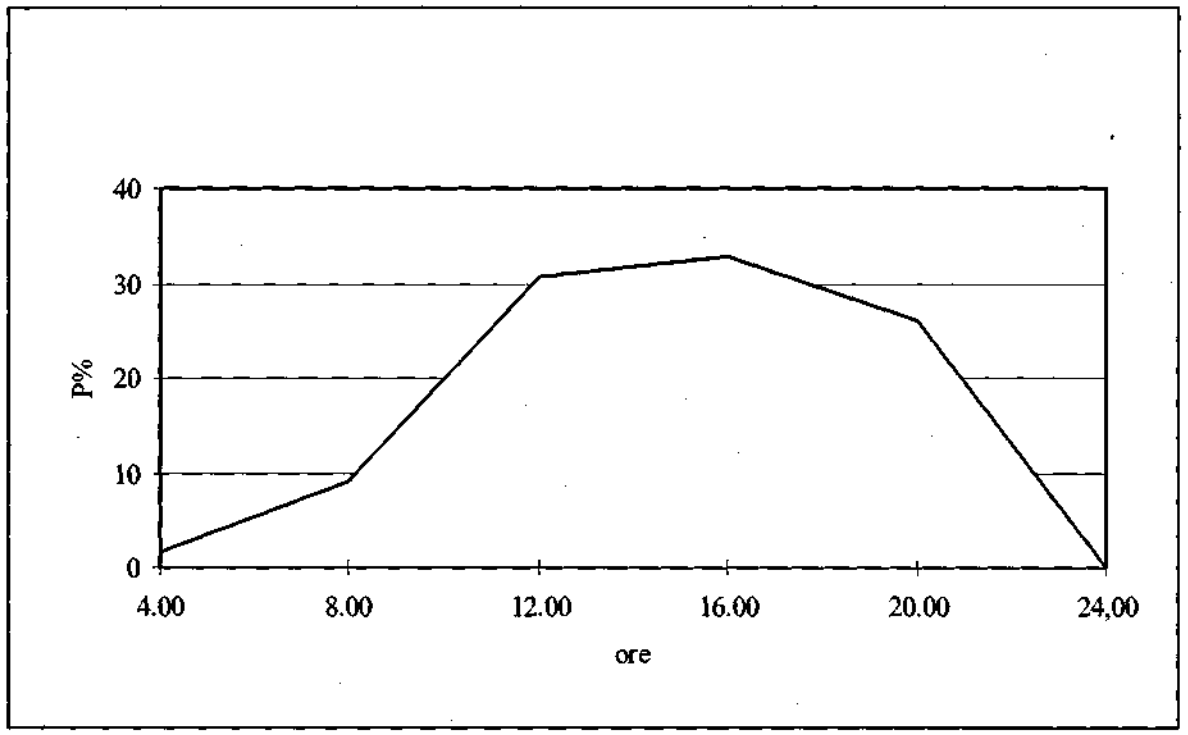


Fig. 1 - Ritmo alimentare giornaliero.
Diel feeding rhythm (%W=dry weight percent of stomach contents).

Discussioni e conclusioni

Dall'analisi qualitativa dei contenuti gastrici si evince che le forme giovanili di *M. surmuletus* sono prettamente bentofaghe. Esse si nutrono di organismi che vivono associati a *Cymodocea nodosa* o ai sedimenti del substrato, così come riportato da Arculeo *et al*, 1989 per gli adulti.

I Policheti rappresentano il gruppo tassonomico più importante della dieta insieme ad Anfipodi Gammaridi e Copepodi. A questi tre taxa si aggiungono i Tanaidacei, (generi *Apseudes* e *Leptochelia)*. La classe dei Crostacei risulta pertanto la componente più importante con otto delle nove categorie di preda riscontrate.

I rari ritrovamenti di Fanerogame nei contenuti, vanno interpretati come frammenti ingeriti occasionalmente durante la predazione degli organismi epibionti. La varietà della dieta potrebbe essere dovuta a scelte opportunistiche indirizzate soprattutto al substrato, con le specie ad esso legate, piuttosto che alle prede stesse.

Infatti una componente importante del contenuto gastrico è risultato il detrito minerale. Il comportamento della specie è di tipo generalista, capace di approfittare al momento opportuno delle risorse disponibili.

L'andamento unimodale del ritmo alimentare giornaliero mostra che gli stadi giovanili di *M. surmuletus* si alimentano esclusivamente durante le ore diurne e ciò fa presumere che la specie predi a vista.

Bibliografia

ARCULEO M., PIPITONE C., RIGGIO S. (1989) - Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. *Oebalia*, **15** (1): 67-77.

SARA' G., MIRTO S., MAZZOLA A. (1996) - Analisi della diversità biologica del popolamento ittico di una laguna costiera siciliana (Stagnone di Marsala, Sicilia occidentale). *Biologia Marina Mediterranea*, **3** (1): 94-102.

TORTONESE E. (1975) - *Fauna d'Italia - Vol. XI: Osteichtyes (parte seconda)*. Calderini, Bologna: 133-138.

Lavoro effettuato con contributi MIRAAF.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 533-535

S. PALLADINO, M. MECOZZI

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare,
Via L. Respighi 5 - 00197 Roma, Italia.

CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI PARAMETRI MORFOMETRICI DI *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) MEDIANTE TECNICHE DI ANALISI STATISTICA MULTIVARIATA

CLASSIFICATION AND CHARACTERIZATION OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) BY MULTIVARIATE STATISTIC TECHNIQUES

Abstract

A statistical study on morphological data of rockfish Helicolenus d. dactylopterus *caught in south Adriatic Sea was carried out. Principal Component Analysis shows a clear spatial distribution based both on age and sex data. By principal component regression a function describing age was obtained.*

Key-words: rockfish, morphological data, statistical analysis.

Introduzione

In ittiologia sono comunemente utilizzati dei parametri quali lunghezza, peso, sesso, età etc la cui elaborazione consente di conoscere, o almeno di avere indicazioni sul ciclo di vita o sulla biologia generale della specie esaminata. Nel presente lavoro è stata applicata l'analisi statistica multivariata (Manly, 1992) su alcuni dati morfometrici dello scorfano di fondale *Helicolenus d. dactylopterus* (Delaroche) al fine di determinare il grado di correlazione reciproca ed il contributo fornito da ciascun parametro alla distribuzione ottenuta in base al sesso ed all'età.

Materiali e metodi

In totale sono stati esaminati 70 esemplari di *Helicolenus dactylopterus,* catturato nel Basso Adriatico nel periodo autunnale del biennio 1994-95 con palangari commerciali. I dati morfometrici considerati sono quelli geralmente impiegati per qualsiasi tipo di studio ittiologico: lunghezza totale (LT), lunghezza standard (LS), peso totale (PT), peso eviscerato (PE), peso delle gonadi (PG), indice gonado-somatico (IGS), diametro maggiore (DO), peso dell'otolite (sagitta, PO). Gli ultimi due parametri sono importanti per la stima dell'età effettuata tramite lettura delle otoliti, mentre il peso delle gonadi e l'IGS caratterizzano il sesso. Per l'analisi multivariata è stato impiegato il software chemiometrico CSS (Statsoft 91).

Risultati

I dati morfometrici del campione esaminato sono stati analizzati mediante Analisi delle Componenti Principali (PCA) per studiarne la distribuzione in base al sesso ed all'età.

In figura 1 e 2 sono riportati i diagrammi delle prime due componenti principali che spiegano il 97% della varianza totale contenuta nella matrice dei dati. I risultati ottenuti hanno fornito una buona separazione sia in base all'età (Fig. 1) che al sesso (Fig. 2) favorendo, in alcuni casi, la classificazione di esemplari dal sesso indeterminato o la cui stima dell'età è incerta per la difficile lettura dell'otolite.

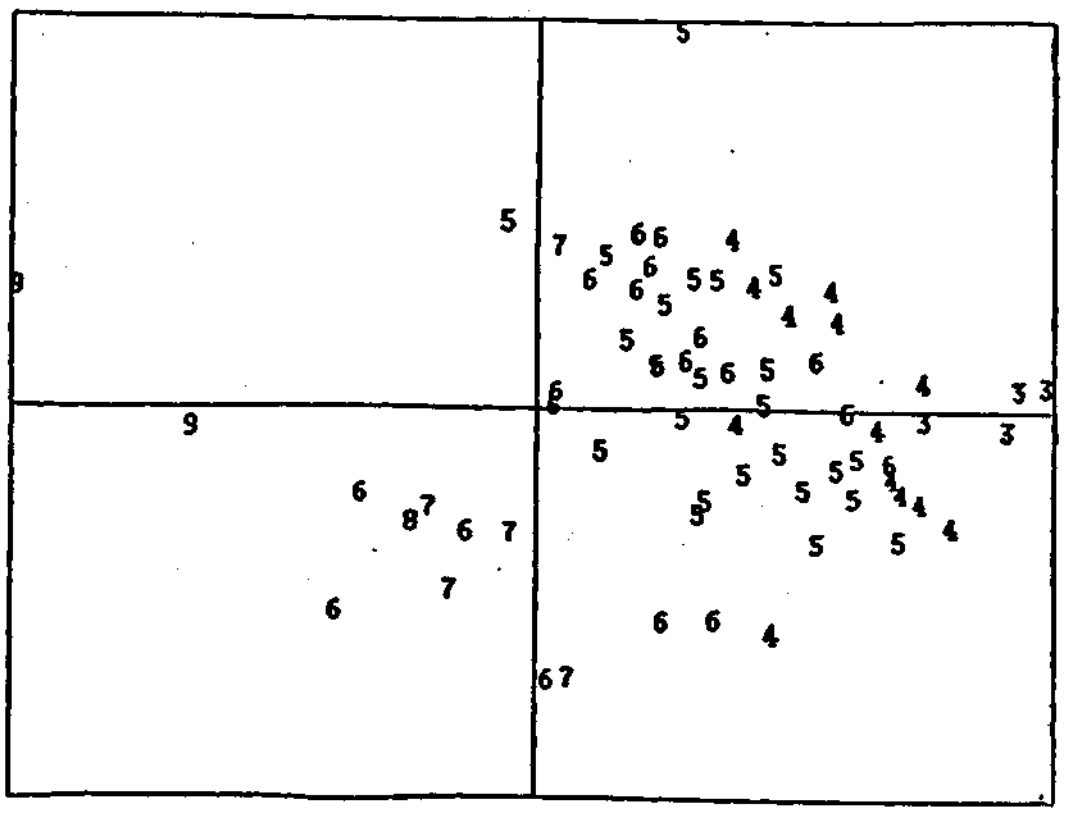


Fig. 1 - Diagramma delle prime due componenti principali in base all'età (3-9 anni).
Plot of the first two factors according to the age (3-9 years).

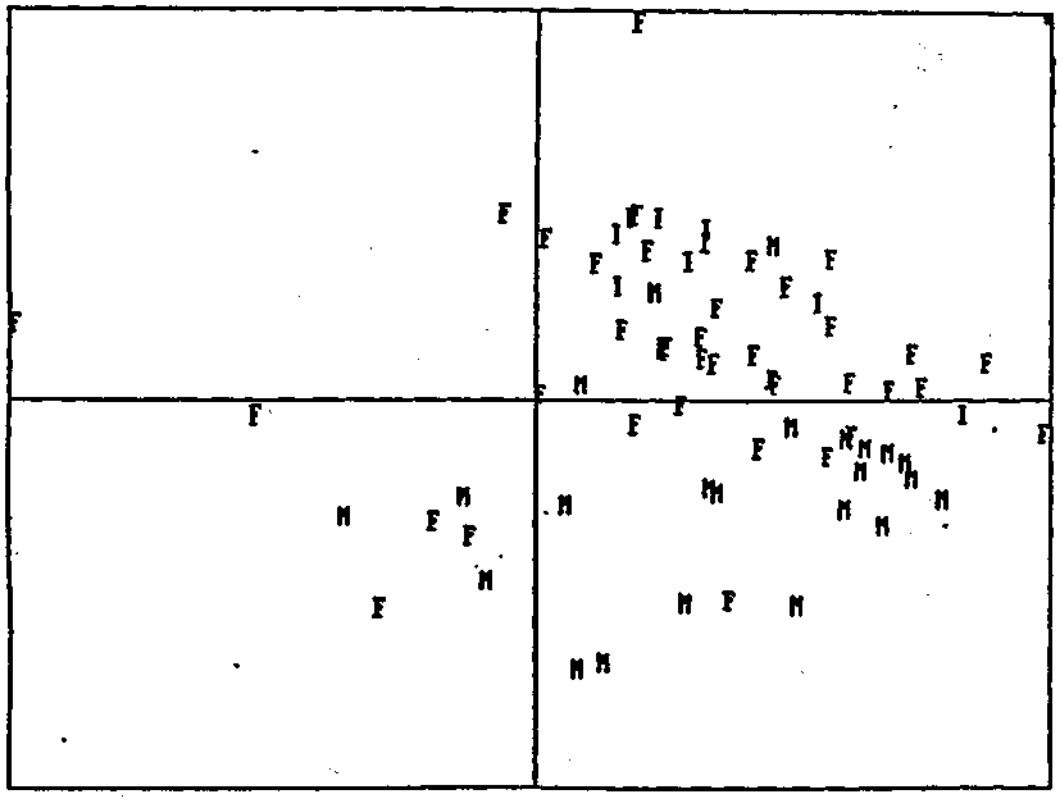


Fig. 2 - Diagramma delle prime due componenti principali in base al sesso (M=maschi; F=femmine; I=indeterminati).
Plot of the first two factors according to the sex (M=males; F=females; I=undeterminated).

In particolare, le diverse classi d'età sono distribuite in zone sufficientemente distinte tra loro. La PCA ha inoltre evidenziato che il contributo maggiore alla caratterizzazione dell'età è dovuto alle seguenti variabili: lunghezza totale, lunghezza standard, peso totale e peso eviscerato. La matrice dei coefficienti di correlazione (Tab. 1) mostra correlazioni molto buone (significatività statistica del 95%) tra peso totale e peso eviscerato dell'esemplare (r=0,998), tra lunghezza totale e standard (r=0,982) ed infine tra lunghezza totale e diametro maggiore dell'otolite (r=0,936). Inoltre, è stato effettuato un tentativo di modellizzazione dell'età in base ai parametri morfometrici disponibili mediante la tecnica di Regressione delle Componenti Principali (PCR) (Brereton,1991). L'equazione che lega la variabile dipendente y (età) con le altre variabili è la seguente: $y=a + b_1x_1 + b_2x_2$ in cui a=0 (intercetta), b_1=0,325 (coefficiente di LT), b_2=0,0853 (coefficiente di LS), r=0,832 (significatività 95%).

Tab.1 - Matrice di correlazione delle variabili considerate.

Correlation matrix of the variables.

	LT	LS	PT	PE	PG	IGS	DO	PO
LT	1.000	0.982	0.959	0.961	0.696	0.312	0.936	0.918
LS	0.982	1.000	0.958	0.958	0.703	0.317	0.924	0.914
PT	0.959	0.958	1.000	0.998	0.768	0.321	0.902	0.931
PE	0.961	0.958	0.998	1.000	0.755	0.301	0.905	0.932
PG	0.696	0.703	0.768	0.755	1.000	0.798	0.680	0.739
IGS	0.312	0.317	0.321	0.680	0.798	1.000	0.355	0.332
DO	0.936	0.924	0.902	0.739	0.680	0.355	1.000	0.911
PO	0.918	0.914	0.931	0.932	0.739	0.332	0.911	1.000

Discussione e conclusioni

L'analisi multivariata ha fornito risultati globalmente soddisfacenti. Mediante PCA è stato infatti possibile ottenere una buona classificazione dell'età e del sesso dei campioni esaminati di *Helicolenus* in base ad alcuni parametri comunemente utilizzati negli studi di ittiologia. Inoltre, mediante la PCR, si è potuta stabilire una significativa correlazione tra gli stessi parametri impiegati nella PCA, e l'età dei campioni.

Bibliografia

BRERETON R.G. (1991) - *Chemometrics: application of mathematics and statistics to laboratory systems.* Ellis Horwood Series, Chichester, UK: 159 pp.

MANLY B.F.J. (1992) - *Multivariate Statistical Methods: A primer.* Ed Chapman & Hall, London: 307 pp.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 536-537

R. VACCARELLA, A.M. PASTORELLI, P. PAPARELLA, G. MARANO

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70100 Bari, Italia.

DISTRIBUZIONE E CONSISTENZA DI *ACANTHOCARDIA TUBERCULATA* (L.) NEI COMPARTIMENTI MARITTIMI DI TERMOLI, MANFREDONIA E MOLFETTA

DISTRIBUTION OF THE BEDS OF *ACANTHOCARDIA TUBERCULATA* (L.) IN DISTRICTS OF TERMOLI, MANFREDONIA AND MOLFETTA

Abstract

The autors report data about the distribution area of Acanthocardia tuberculata *(L.) (Bivalvia: Cardidae) (species collected by hydraulic dredges) in the southern Adriatic Sea from Termoli to Barletta; abundance indexes (t/Km²) were estimated for the same species.*

Key-words: *Acanthocardia tuberculata*, southern Adriatic Sea, biomass index.

Introduzione

Nel 1994, nell'ambito dell'indagine sulla valutazione della biomassa di *Chamelea gallina* (L.) nel basso Adriatico, sono stati rilevati la distribuzione areale e gli indici di biomassa di *Acanthocardia tuberculata* (L.), cuori o cardi, sino a qualche anno fa oggetto di intensa pesca grazie alla richiesta dell' industria conserviera e attualmente raccolta in piccole quantità per il consumo locale.

Materiali e metodi

I prelievi sono stati eseguiti con una imbarcazione vongolara armata con draga turbosoffiante "sperimentale" con griglia da 6 mm. Le cale hanno avuto luogo lungo 42 transetti perpendicolari alla costa su tratte di 50 m, a variazioni batimetriche di 1 metro, da 2 metri sino a 16 metri di profondità, per un totale di 390 stazioni. In laboratorio si è proceduto al rilievo dei parametri somatometrici che hanno permesso di calcolare l' equazione che esprime la relazione taglia-peso Gli indici di biomassa sono stati calcolati applicando le formule relative al metodo dell' area spazzata (Fogarty, 1985; Sparre e Venema, 1992).

Risultati

L'areale di distribuzione di *Acanthocardia tuberculata* si estende a tutta l'area da noi esaminata, da Termoli sino a Barletta per cui è possibile un confronto tra i risultati ottenuti nelle aree a nord e a sud del Gargano, che differiscono tra loro, per le caratteristiche ambientali già descritte in altri lavori (Vaccarella *et al.* 1985, 1996; Viel e Zurlini 1986). Nell' area a nord i banchi di questa specie si estendono verso il largo molto più che a sud raggiungendo i 16 metri; sono individuabili tre strati, quello da 7 a 9 metri si può definire lo strato commerciale, dove si registrano i valori più elevati di biomassa, mentre da 2 a 6 e da 12 a 16 sono gli strati marginali. Questa specie, tuttavia, può costituire dei banchi anche ad elevata densità ai livelli più superficiali 5-6 m.

Nel Golfo di Manfredonia, *A. tuberculata,* difficilmente si rinviene oltre i 6

metri di profondità, per cui lo strato sottoposto a sfruttamento commerciale diviene quello a 3-6 metri, mentre gli strati marginali sono rappresentati dai 2-3 e dai 7-11 metri. Nella seguente tabella si riportano i valori degli indici di biomassa e limiti fiduciali nei vari Compartimenti:

Compartimenti	Superficie Km^2	Biomassa t
Termoli	98,379	916 ± 650
Manfredonia Nord	226,859	1908 ± 774
Manfredonia Sud	63,369	333 ± 8
Molfetta	18,497	85 ± 70

La figura 1 mostra la distribuzione delle frequenze di taglia nei tre Compartimenti Marittimi presi in esame ed evidenzia la presenza di individui di età 0+ con moda 12 mm nel Compartimento di Manfredonia.

La relazione taglia-peso di *Acanthocardia tuberculata* è espressa dall' equazione: P(g) = 0,000306*(Lmm)^3,104.

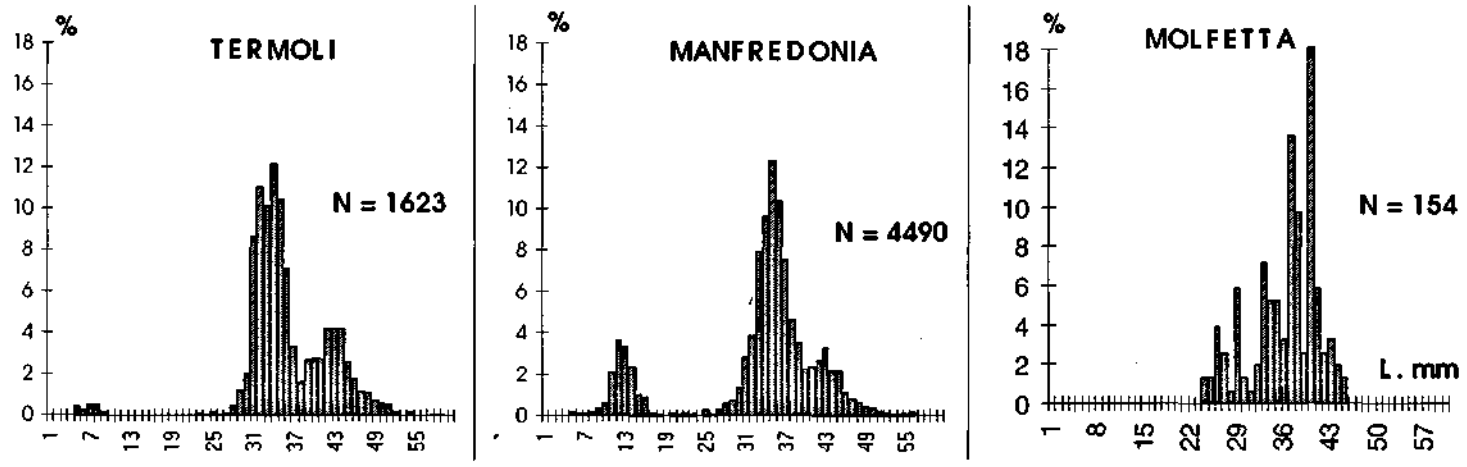


Fig. 1 - Distribuzione delle frequenze di taglia di *Acanthocardia tuberculata* nei tre Compartimenti Marittimi, 1994.

Length-frequency distribution of *Acanthocardia tuberculata* in three Districts, 1994.

Conclusioni

Dall' indagine svolta si evidenzia la scarsa consistenza dei banchi di *Acanthocardia tuberculata* in particolare nel Compartimento di Molfetta e ciò può essere collegato sia alle caratteristiche peculiari dei fondali del Golfo di Manfredonia sia all'eccessivo sforzo di pesca esercitato.

Bibliografia

FOGARTY M. J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO Fish. Circ.*, **786**: 21 pp.

SPARRE P., VENEMA S.C. (1992) - Introductien to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fisheries Tecnical Paper*. 306.1, Rev. 1. Rome FAO: 376 pp.

VACCARELLA R., MARANO G., PASTORELLI A.M. (1985) - Valutazione e distribuzione dei banchi a bivalvi nel Golfo di Manfredonia. *Nova Thalassia*, **7** (suppl. 3): 361-366.

VACCARELLA R., PASTORELLI A.M., DE ZIO V. ROSITANI L. PAPARELLA P. (1996) - Valutazione della biomassa di molluschi bivalvi commerciabili presenti nel Golfo di Manfredonia. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 237-241.

VIEL M., ZURLINI G. (1986) - Il sistema costiero pugliese : ecotipologia e qualità ambientale. In: *Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia*, ENEA: 271-277.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 538-540

C. PIPITONE, F. BADALAMENTI, G. D'ANNA

CNR-ITPP, Laboratorio di Biologia Marina - Via G. da Verrazzano, 17
91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.

CATTURE DIURNE E NOTTURNE DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DI PLATEA NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA NORD-OCCIDENTALE)

DAY-NIGHT CATCHES OF DEMERSAL FISH IN THE GULF OF CASTELLAMMARE (N-W SICILY)

Abstract

Catches of four fish species were analysed in the Gulf of Castellammare (NW Sicily). Yields of hake and red mullet were always larger in daytime, whereas yields of picarel were much larger at night. Catches of pandora did not show any important diel variation.

Key-words: diel rhythms, day-night catches, NW Sicily.

Introduzione

I rendimenti ottenibili con la pesca a strascico possono essere molto diversi, in base alla natura e alla profondità dei fondali, a seconda che si peschi di giorno o di notte.

In questa nota analizziamo i risultati di pescate diurne e notturne fatte sulla platea continentale del Golfo di Castellammare (D'Anna e Badalamenti, 1995).

Le specie catturate sono riunibili in tre gruppi principali: 1) specie più abbondanti di giorno (es. nasello, *Merluccius merluccius* e triglia di fango, *Mullus barbatus*); 2) specie che non presentano variazioni significative tra giorno e notte (es. pagello fragolino, *Pagellus erythrinus*); 3) specie catturate più abbondantemente di notte (es. garizzo, *Spicara flexuosa*).

Materiali e metodi

Tra l'autunno 1993 e l'estate 1994 sono state eseguite quattro campagne sperimentali di pesca a strascico, con cale distribuite casualmente su tre strati: A (0-50m), B (51-100 m), C (101-200 m).

In tutto sono state effettuate 124 cale diurne e 121 notturne della durata di 30 minuti. Per i confronti tra i rendimenti (espressi in kg/cala) è stato utilizzato il test U di Mann-Whitney.

Risultati

In tab. 1 sono mostrati i rendimenti di ogni specie.

Le catture di nasello nell'area totale sono state sempre superiori di giorno. Stesso discorso per quanto riguarda i singoli strati, con la sola eccezione dello strato A in primavera.

Anche i rendimenti diurni della triglia sono sempre stati nettamente superiori a quelli notturni, sia considerando l'area totale che i singoli strati.

Tab. 1 - Rendimenti (kg/cala) delle quattro specie. A, B, C = strati; Tot. = area totale.
Yields (kg/haul) of four species. A, B, C = strata; Tot. = total area.

	AUTUNNO				INVERNO				PRIMAVERA				ESTATE			
	A	B	C	Tot.	A	B	C	Tot.	A	B	C	Tot.	A	B	C	Tot.
								Nasello								
G	1.9	3.4	2.3	2.4	4.6	6.1	4.0	4.9	0.7	3.0	2.8	2.2	1.5	4.1	2.3	2.7
N	1.3	2.4	0.7	1.4	2.5	2.6	2.3	2.5	1.3	1.6	1.6	1.5	0.5	1.2	0.7	0.8
								Triglia di fango								
G	14.7	11.5	2.5	9.7	18.6	15.8	3.3	12.2	16.7	8.7	3.8	9.3	14.0	10.7	2.3	8.6
N	9.0	5.9	1.3	5.5	9.8	5.2	1.3	4.8	12.7	6.8	1.2	6.5	7.5	3.9	1.0	3.9
								Pagello fragolino								
G	2.7	1.1	0.0	1.3	2.7	2.8	0.0	1.8	2.5	1.6	0.1	1.3	2.0	2.4	0.0	1.4
N	3.8	0.7	0.0	1.6	2.2	2.0	0.0	1.3	3.7	2.5	0.0	1.9	1.2	1.3	0.0	0.8
								Garizzo								
G	0.9	2.1	0.1	1.0	0.9	0.3	0.3	0.5	1.0	1.8	0.3	1.0	1.1	6.4	0.2	2.5
N	3.2	10.0	2.9	5.0	12.4	9.7	2.5	7.6	0.8	8.9	1.6	3.8	1.8	16.4	2.2	6.8

I rendimenti di pagello hanno avuto invece un andamento irregolare senza mostrare tendenze precise, e in ogni caso senza alcuna differenza significativa tra giorno e notte.

Infine il garizzo ha avuto sempre rendimenti notturni superiori a quelli diurni, e con differenze quasi sempre significative, in particolare nello strato B, dove le catture hanno raggiunto sempre (tranne in inverno) il picco massimo. Unica eccezione lo strato A in primavera, dove il rendimento diurno è stato leggermente superiore a quello notturno.

Discussione

Ritmi circadiani di attività legati a fattori trofici o a fasi fisiologiche (es. riproduzione), tali da influire sull'entità delle catture, sono stati documentati per pesci e macroinvertebrati marini (es.: Froglia, 1982; Froglia e Giannini, 1989; Abelló, 1990). Froglia (1982) riporta che i giovani di nasello risalgono di notte lungo la colonna d'acqua al seguito delle loro prede. Il garizzo, specie gregaria e planctonofaga (Lamas, 1979), si avvicina al fondo durante la notte, forse come strategia anti-predatore. Anche un modesto spostamento verso l'alto o il basso influenza la catturabilità con la rete a strascico, che ha un'apertura verticale di circa 1 m. La differenza tra i rendimenti diurni e quelli notturni della triglia, specie bentonofaga ad attività diurna, (Badalamenti e D'Anna, 1997) non sono invece facilmente interpretabili. Il pagello infine non sembra andare incontro nell'arco delle 24h a spostamenti tali da influenzarne la cattura.

Lo studio del comportamento delle specie riveste quindi importanza anche per la gestione delle risorse, suggerendo la scelta di metodi di campionamento e studio adeguati (Froglia, 1982).

Bibliografia

ABELLÓ P. (1990) - Ritmos de actividad y comportamiento en crustáceos decápodos epibentónicos. *Inf. Técn. Scient. Mar.*, **158**: 3-28.

BADALAMENTI F., D'ANNA G. (1997) - *Ruolo delle strutture artificiali nella rete trofica e nel reclutamento di forme giovanili per la maricoltura.* Relazione finale, M.R.A.A.F. (mimeo).

D'ANNA G., BADALAMENTI F. (1995) - *Structure of the populations and assessment of the biomass of the coastal demersal resources in the Gulf of Castellammare.* Final report of Project MED92/011, European Community (mimeo).

FROGLIA C. (1982) - Osservazioni su alcuni fattori che condizionano i rendimenti di pesca nella pesca a strascico. *Nat. sicil.*, S. IV, **6** (2) (Suppl.): 361-373.

FROGLIA C., GIANNINI S. (1989) - Field observations on diel rhythms in catchability and feeding of *Squilla mantis* (L.) in the Adriatic Sea. In: Ferrero E.A. (ed.), *Biology of Stomatopods*, U.Z.I.: 221-228.

LAMAS C. (1979) - Estudio de la biología de la xucla *(Spicara chryselis* L.) del NE de España. *Inv. Pesq.*, **43** (3): 581-590.

Lavoro realizzato con il contributo finanziario della C.E.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 541-547

C. PIPITONE, F. BADALAMENTI, G. D'ANNA

CNR-ITPP, Laboratorio di Biologia Marina
Via G. da Verrazzano 17 - 91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL'ITTIOFAUNA DI PLATEA DEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA NORD-OCCIDENTALE)

NERITIC ICHTHYOFAUNA IN THE GULF OF CASTELLAMMARE (NW SICILY)

Abstract

168 fish species were censused on the continental shelf of the Gulf of Castellammare, by means of the following sampling methods: bottom trawl, trammel net, beach seine and visual census. The use of such methods allowed an increment of 43 species with respect to previous papers concerning the same area.

Key-words: fish fauna, continental shelf, NW Sicily, Mediterranean Sea.

Introduzione

Il Golfo di Castellammare si estende tra Capo San Vito e Capo Rama, nel settore nord-occidentale della Sicilia. La sua platea continentale è costituita quasi per intero da fondali mobili, mentre le porzioni rocciose sono limitate alla costa dello Zingaro a ponente e al promontorio di Capo Rama a levante. Substrati artificiali costituiti da massi di calcestruzzo, per un volume complessivo di circa 10.000 m^3, sono presenti sui fondi sabbio-fangosi infralitorali della zona centrale (Badalamenti e D'Anna, 1995).

Il presente contributo fornisce l'elenco delle specie censite durante uno studio sulle risorse demersali del Golfo, ed il loro intervallo batimetrico.

Materiali e metodi

Tra l'autunno 1993 e l'estate 1994 sono state effettuate, in un'area di circa 60 mn^2, 245 pescate a strascico tra 10 e 200 m, 240 pescate con tremaglio misto tra 10 e 30 m, 44 pescate con sciabica da terra tra 0 e 5 m e 161 censimenti visivi effettuati da subacquei tra 0 e 25 m (D'Anna e Badalamenti, 1995).

Risultati

Sono state identificate in tutto 168 specie (Tab. 1), suddivise in 8 condroitti (5 famiglie) e 160 osteitti (59 famiglie), pari al 27% delle specie mediterranee e al 34% di quelle italiane (Relini e Piccinetti, 1991). Le famiglie più ricche di specie (15 ciascuna) sono Sparidae e Labridae; 33 famiglie erano rappresentate da una sola specie.

Per quanto riguarda l'apporto dei singoli metodi impiegati, lo strascico ha fornito 127 specie, il tremaglio 94, la sciabica 60 e il censimento visivo 41. Il numero di specie esclusive per ciascuno di essi è stato rispettivamente 48, 6, 12 e 6.

Discussione

Questa nota apporta nuove conoscenze sull'ittiofauna di platea del Golfo di Castellammare. Rispetto a quanto pubblicato dagli altri Autori che hanno in precedenza studiato la stessa fascia di fondale (Arena e Bombace, 1970; Arculeo *et al.*, 1988a, 1988b, 1990; Sarà *et al.*, 1990; D'Anna et *al.*, 1994), l'elenco delle specie si è arricchito di 43 unità. Tuttavia 19 specie riportate nell'insieme dei sopracitati lavori non sono state reperite nel presente studio.

L'incremento delle segnalazioni può senz'altro essere messo in relazione all'impiego di diversi metodi integrati di censimento, che hanno consentito l'esplorazione dei principali biotopi presenti sulla platea continentale del Golfo. D'altronde il vantaggio dell'impiego di sistemi diversi è dimostrato dal numero più o meno elevato di specie risultate esclusive per ciascuno di essi.

La lista delle specie rinvenute, unitamente ai dati sulla loro distribuzione batimetrica, può essere ritenuta utile come punto di partenza per ricerche di base e applicate. Ciò è specialmente vero in un'area come quella in esame, interessata da biotopi di sicuro valore naturalistico, e dove ormai da cinque anni il prelievo di fauna marina è fortemente ridimensionato in virtù di un divieto di pesca a strascico (Pipitone *et al.*, 1996).

Tab. 1 - Elenco delle specie ittiche ritrovate nel Golfo di Castellamare.

List of fish species found in the Gulf of Castellamare.

SPECIE	strascico	tremaglio	sciabica	cens. visivo	profondità (m)
Galeus melastomus Rafinesque, 1810	+				187
Torpedo marmorata Risso, 1810	+	+			16-175
Torpedo torpedo (Linnaeus, 1758)	+	+	+		2-123
Torpedinidae indet.		+			22
Raja clavata Linnaeus, 1758	+				122
Raja miraletus Linnaeus, 1758	+				69
Raja radula Delaroche, 1809	+	+			11-69
Rajidae indet.		+			25
Dasyatis violacea (Bonaparte, 1832)		+			21
Pteromylaeus bovinus (E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	+	+			21-60
Alosa fallax (Lacepède, 1803)	+				68
Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)	+	+			14-124
Sardinella aurita Valenciennes, 1847	+	+	+		2-124
Sardinella maderensis (Lowe, 1838)			+		
Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-111
Maurolicus muelleri (Gmelin, 1788)	+				111-187
Argentina sphyraena Linnaeus, 1758	+				69-187
Synodus saurus (Linnaeus, 1758)	+	+			10-69
Chlorophthalmus agassizii Bonaparte, 1840	+				111-187
Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758)			+		2

SPECIE	strascico	tremaglio	sciabica	cens. visivo	profondità (m)
Muraena helena Linnaeus, 1758	+	+		+	5-122
Facciolella oxyrhyncha (Bellotti, 1883)	+				123-175
Ariosoma balearicum (Delaroche, 1809)	+				44-124
Conger conger (Linnaeus, 1758)	+	+		+	6-176
Gnathophis mystax (Delaroche, 1800)	+				11-187
Dalophis imberbis (Delaroche, 1809)	+		+		2-175
Echelus myrus (Linnaeus, 1758)	+	+			11-175
Ophychthus rufus (Rafinesque, 1810)	+				68
Ophisurus serpens (Linnaeus, 1758)	+				175
Belone belone (Linnaeus, 1761)	+	+	+		2-14
Scomberesox saurus (Walbaum, 1792)	+				118
Cheilopogon heterurus (Rafinesque, 1810)		+			22
Macroramphosus scolopax (Linnaeus, 1758)	+				56-187
Hippocampus hippocampus (Linnaeus, 1758)			+		10-27
Hippocampus ramulosus Leach, 1814	+				10-27
Hippocampus spp.	+				11-89
Syngnathus abaster Risso, 1826			+		2
Syngnathus acus Linnaeus, 1758			+		2
Syngnathus sp.			+		2
Coelorhynchus coelorhynchus (Risso, 1810)	+				123-187
Hymenocephalus italicus Giglioli, 1884	+				124-175
Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)	+	+			11-187
Gadiculus argenteus Guichenot, 1850	+				69-187
Micromesistius poutassou (Risso, 1826)	+				118
Phycis blennoides (Brünnich, 1768)	+				67-187
Phycis phycis (Linnaeus, 1766)	+	+			11-187
Trisopterus minutus capelanus (Lacepède, 1800)	+	+			10-187
Gadidae indet.	+				78
Gadella maraldi (Risso, 1810)	+				67-187
Hoplostethus mediterraneus Cuvier, 1829	+				175
Zeus faber Linnaeus, 1758	+	+	+		2-187
Capros aper (Linnaeus, 1758)	+				11-187
Anthias anthias (Linnaeus, 1758)	+	+		+	25-151
Epinephelus aeneus (E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	+			+	10-42
Epinephelus marginatus (Lowe, 1834)	+	+		+	5-25
Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758)	+	+		+	11-187
Serranus hepatus (Linnaeus, 1758)	+		+		2-187
Serranus scriba (Linnaeus, 1758)	+	+		+	5-44
Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758)	+	+	+		2-11

SPECIE	strascico	tremaglio	sciabica	cens. visivo	profondità (m)
Dicentrarchus punctatus (Bloch, 1792)			+		2
Apogon imberbis (Linnaeus, 1758)	+	+		+	3-24
Epigonus denticulatus Dieuzeide, 1950	+				111
Cepola rubescens Linnaeus, 1766	+				40-175
Pomatomus saltator (Linnaeus, 1766)			+		2
Caranx crysos (Nitchill, 1815)	+	+			11-18
Caranx rhonchus E.Geoffroy Saint - Hilaire, 1817	+	+	+		2-18
Pseudocaranx dentex (Bloch & Schneider, 1801)		+			11
Seriola dumerili (Risso, 1810)		+			11
Trachinotus ovatus (Linnaeus, 1758)		+	+		2-11
Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868)	+	+			11-123
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)	+	+	+		2-187
Carangidae indet.			+		2
Sciaena umbra Linnaeus, 1758		+		+	8-16
Mullus barbatus Linnaeus, 1758	+	+	+	+	2-187
Mullus surmuletus Linnaeus, 1758	+	+	+	+	2-187
Boops boops (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-187
Dentex dentex (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-44
Diplodus annularis (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-108
Diplodus puntazzo (Cetti, 1777)		+		+	15-22
Diplodus sargus (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-40
Diplodus vulgaris (E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	+	+	+	+	2-89
Lithognathus mormyrus (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-89
Oblada melanura (Linnaeus, 1758)		+	+	+	2-11
Pagellus acarne (Risso, 1826)	+	+	+	+	2-111
Pagellus bogaraveo (Brünnich, 1768)	+	+		+	10-187
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)	+	+	+		2-124
Pagrus pagrus (Linnaeus, 1758)	+	+	+		2-89
Sarpa salpa (Linnaeus, 1758)		+	+	+	2-11
Sparus aurata Linnaeus, 1758		+	+		2-11
Spondyliosoma cantharus (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	2-14
Sparidae indet.	+				18
Centracanthus cirrus Rafinesque, 1810				+	2-105
Spicara flexuosa Rafinesque, 1810	+	+	+	+	2-187
Spicara maena (Linnaeus, 1758)	+		+		2-166
Spicara smaris (Linnaeus, 1758)	+	+	+		10-124
Spicara spp.				+	10-20
Chromis chromis (Linnaeus, 1758)		+		+	4-22
Coris julis (Linnaeus, 1758)		+		+	3-22
Labrus merula Linnaeus, 1758		+		+	12-22
Labrus viridis Linnaeus, 1758		+		+	12-25
Lappanella fasciata (Cocc, 1833)	+				175

SPECIE	strascico	tremaglio	sciabica	cens. visivo	profondità (m)
Symphodus cinereus (Bonnaterre, 1788)	+	+	+	+	2-68
Symphodus doderleini Jordan, 1891		+			22
Symphodus mediterraneus (Linnaeus, 1758)				+	10-15
Symphodus melanocercus (Risso, 1810)				+	12-15
Symphodus melops (Linnaeus, 1758)	+				11
Symphodus ocellatus Forsskål, 1775		+	+	+	2-22
Symphodus roissali (Risso, 1810)				+	3-10
Symphodus rostratus (Bloch, 1797)				+	12-20
Symphodus tinca (Linnaeus, 1758)	+	+		+	5-12
Thalassoma pavo (Linnaeus, 1758)		+		+	5-21
Xyrichthys novacula (Linneaeus, 1758)	+	+	+	+	2-18
Labridae indet.	+	+	+	+	2-40
Echiichthys vipera (Cuvier, 1829)			+		2
Trachinus draco Linnaeus, 1758	+	+			11-130
Trachinus radiatus Cuvier, 1829	+				105-111
Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758	+	+			10-124
Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788)	+				60-187
Scomber japonicus Houttuyn, 1782		+			25
Scomber scombrus Linnaeus, 1758	+	+			11-105
Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837)	+				10-187
Gobiidae indet.	+	+	+	+	2-187
Callionymus maculatus Rafinesque-Schmaltz, 1810	+				27-187
Synchiropus phaeton (Günther, 1861)	+				105-187
Blennius ocellaris Linnaeus, 1758		+			10-187
Parablennius gattorugine (Brünnich, 1768)		+		+	8-21
Parablennius sanguinolentus (Pallas, 1811)			+		2
Blenniidae indet.				+	5-20
Tripterygion melanurus Guichenot, 1845				+	3
Ophidion barbatum Linnaeus, 1758	+		+		2-175
Ophidion rochei Müller, 1845	+	+	+		2-105
Carapus acus (Brünnich, 1768)	+				40-187
Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758)	+	+			11-187
Chelon labrosus (Risso, 1826)		+	+		2-21
Liza aurata (Risso, 1810)	+	+	+		2-11
Liza ramada (Risso, 1826)			+		2
Liza saliens (Risso, 1810)		+	+		2-22
Liza spp.			+		2
Mugil cephalus Linnaeus, 1758			+		2
Oedalechilus labeo (Cuvier, 1829)			+		2
Mugilidae indet.			+	+	1-10
Atherina boyeri Risso, 1810	+		+		2-10
Atherina hepsetus Linneo, 1758	+	+	+		2-69

SPECIE	strascico	tremaglio	sciabica	cens. visivo	profondità (m)
Atherina spp.	+	+	+	+	2-67
Helicolenus dactylopterus (Delaroche, 1809)	+				90-175
Scorpaena elongata Cadenat, 1943	+				69-175
Scorpaena notata Rafinesque, 1810	+	+	+		2-175
Scorpaena porcus Linnaeus, 1758	+	+			11-69
Scorpaena scrofa Linnaeus, 1758	+	+			22-175
Scorpaenidae indet.		+		+	5-22
Aspitrigla cuculus (Linnaeus, 1758)	+	+			22-187
Aspitrigla obscura (Linnaeus, 1764)	+				14-166
Lepidotrigla cavillone (Lacepède, 1801)	+				10-187
Lepidotrigla dieuzeidei Audouin *in* Blanc & Hureau, 1973	+				69-187
Trigla lucerna Linnaeus, 1758	+	+	+		2-187
Trigla lyra Linnaeus, 1758	+				123-187
Trigloporus lastoviza (Brünnich, 1768)	+	+			14-124
Peristedion cataphractum (Linnaeus, 1758)	+				108-187
Dactylopterus volitans (Linnaeus, 1758)	+	+			10-46
Citharus linguatula (Linnaeus, 1758)	+	+			15-175
Lepidorhombus boscii (Risso, 1810)	+				69-187
Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaum, 1792)	+	+			14-187
Psetta maxima (Linnaeus, 1758)	+				69
Scophthalmus rhombus (Linnaeus, 1758)	+	+			10-78
Arnoglossus imperialis (Rafinesque, 1810)	+				18-166
Arnoglossus kessleri Schmidt, 1915			+		2
Arnoglossus laterna (Walbaum, 1792)	+	+	+		2-187
Arnoglossus rueppelli (Cocco, 1844)	+				44-187
Arnoglossus thori Kyle, 1913	+		+		2-166
Bothus podas (Delaroche, 1809)	+	+	+		2-111
Buglossidium luteum (Risso, 1810)	+	+	+		2-63
Microchirus ocellatus (Linnaeus, 1758)	+				69
Microchirus variegatus (Donovan, 1808)	+	+			27-69
Monochirus hispidus Rafinesque, 1814	+	+	+		2-130
Solea impar Bennet, 1831		+	+		2-27
Solea kleini Bonaparte, 1833	+				40
Solea lascaris (Risso, 1810)	+	+			10-18
Solea vulgaris Quensel, 1806	+	+			15-151
Soleidae indet.	+	+	+		2-166
Symphurus ligulatus (Cocco, 1844)	+				76
Symphurus nigrescens Rafinesque, 1810	+				130
Balistes carolinensis Gmelin, 1789	+	+			11-27
Lophius budegassa Spinola, 1807	+	+			11-187
Lophius piscatorius Linnaeus, 1758	+	+			11-187

Bibliografia

ARENA P., BOMBACE G. (1970) - Bionomie benthique et faune ichthyologique des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des golfes de Castellammare (Sicile nord-occidentale) et de Patti (Sicile nord-orientale). *Journéss ichthyol.* Rome, CIESM 145-156.

ARCULEO M., D' ANNA G., RIGGIO S. (1988a) - Valutazione delle risorse demersali nell'area compresa fra Capo Gallo e Capo San Vito (Sicilia nord occidentale): risultati delle campagne condotte nel 1985. *Atti Seminari Pesca e Acquacoltura.* MMM e CNR, Roma: 1413-1451.

ARCULEO M., D' ANNA G., RIGGIO S. (1988b) - Le barriere artificiali nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/W). *Atti IV Conv. Sicil. Ecol.:* 259-272.

ARCULEO M., BOMBACE G., D'ANNA G., RIGGIO S. (1990) - Evaluation of fishing yields in a protected and an unprotected coastal area of N/W Sicily. *FAO Rapp. Peches,* **428**: 70-85.

BADALAMENTI F., D'ANNA G. (1995) - Esperienze di barriere artificiali nel Golfo di Castellammare (Sicilia nord-occidentale). *Biol. Mar. Medit.,* **2** (1): 165-173.

D'ANNA G., BADALAMENTI F. (1995) - *Structure of the populations and assesement of the biomass of the coastal demersal rescurces in the Gulf of Castellammare.* Final report of Project MED92/011, European Community (mimeo).

D'ANNA G., BADALAMENTI F., GRISTINA M., PIPITONE C. (1994) - Influence of artificial reefs on coastal nekton assemblages of the Gulf of Castellammare (northwest Sicily). *Bull. Mar. Sci.,* **55** (2-3): 418-433.

PIPITONE C., BADALAMENTI F., D'ANNA G., PATTI B. (1996) - Divieto di pesca a strascico nel Golfo di Castellammare (Sicilia nord-occidentale): alcune considerazioni. *Biol. Mar. Medit.,* **3** (1): 200-204.

RELINI G., PICCINETTI C. (1991) - Stato attuale dei censimenti ittici nei mari italiani. *Ric. Biol. Selv.,* **16** (suppl.): 29-54.

SARA' G., LOPIANO L., MAZZOLA A. (1990) - Gli stadi giovanili della fauna ittica in nurseries della Sicilia settentrionale. *Atti 53° Congrezzo U.Z.I.,* posters: 29-30.

Lavoro realizzato con il contributo finanziario della C.E.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 548-550

F. Prato, A. Guercio, R. Barbara, A. Corrao, G.R. Loria, B. Zava*, C. Di Bella

Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia "A. Mirri",
Via Rocco Dicillo, 4 - 90129 Palermo, Italia.
*Wilderness - Studi ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italia.

OSSERVAZIONI SULLE PATOLOGIE DEI CETACEI SPIAGGIATI IN SICILIA NEL TRIENNIO 1993-95

OBSERVATIONS ON THE DISEASES OF CETACEANS STRANDED IN SICILY DURING 1993-95

Abstract

The authors report their experiences about cetacean diseases on 33 specimens stranded along Sicilian coasts during 1993-95. Analyses revealed the presence of pathogens, parasites and chemical residues in tissues and organs; furthermore infective phenomena were diagnosed.

Key-words: Cetaceans, Cetacean diseases, stranding, Sicily.

Introduzione

I numerosi spiaggiamenti di massa dei Cetacei nel Mediterraneo hanno destato grande apprensione nell'opinione pubblica. Tali avvenimenti, motivati dal crescente interesse per lo stato di salute del mare e delle specie in pericolo di estinzione, hanno stimolato la ricerca scientifica veterinaria, svelando così le principali cause morbose di spiaggiamento.

Materiali e metodi

Nel triennio 1993-95, sono state esaminate le carcasse di 29 esemplari di *Stenella coeruleoalba*, 2 di *Delphinus delphis*, 1 di *Tursiops truncatus* e 1 di *Balaenoptera physalus* spiaggiate sulle coste siciliane. Campioni di melone, muscolo e parenchima, prelevati da tutti gli esemplari, sono stati analizzati per la ricerca di residui di pesticidi organoclorurati, metalli pesanti e policlorobifenili; l'autopsia è stata eseguita quando lo stato di conservazione dei tessuti lo ha consentito.

Risultati e conclusioni

Le indagini condotte hanno permesso di rilevare la presenza di residui in tutti i tessuti esaminati: i valori minimi e massimi riscontrati sono riportati nella tabella. Le analisi microbiologiche hanno consentito l'isolamento di alcuni batteri considerati patogeni (Cusick e Bullock, 1973; Tangredi e Medway, 1980; Fujioka *et al.*, 1988); in particolare *Aeromonas hydrophila* da milza, polmoni e feci (da 3 esemplari di *S. coeruleoalba*), *Vibrio alginolyticus* da linfonodo mediastinico e rene di *S. coeruleoalba* e *Vibrio damsela* da milza di *D. delphis*; su un altro soggetto appartenente a quest'ultima specie è stata riscontrata una setticemia da *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Di Bella *et al.*, in stampa). Per ciò che riguarda le infezioni virali sono stati riscontrati soltanto 2 casi di infezione da morbillivirus in *S. coeruleoalba*; in quest'ultima specie erano presenti i seguenti parassiti: *Pholeter*

gastrophilus (stomaco) e *Campula* sp. (fegato, pancreas) appartenenti alla classe Trematoda; forme larvali di *Phyllobothrium delphini* (sottocute) e *Monorygma grimaldii* (peritoneo, fasce muscolari addominali) ed individui adulti di *Tetrabothrium* sp. (intestino tenue e crasso) e *Strobilocephalus triangularis* (intestino retto), appartenenti alla classe Cestoda; *Skrjabinalius guevarai* (polmone) ed *Anisakis simplex* (stomaco) appartenenti alla classe Nematoda; nei due esemplari di *Delphinus delphis* sono state invece riscontrate le seguenti specie: *Campula* sp. (fegato) e *Monorygma grimaldii* (peritoneo, fasce muscolari addominali).

In 5 esemplari di *S. coeruleoalba* sono state riscontrate amputazioni delle pinne.

Nel campo della diagnostica, gli studi finora condotti sono quasi tutti riferibili a patologie di cetacei in cattività. Per questo motivo non si hanno al momento dati completi sulle *noxae* che si possono riscontrare in natura; si auspica pertanto una maggiore collaborazione tra istituzioni e ricercatori del settore per confrontare esperienze e metodi di lavoro.

Tab. 1 - Residui di pesticidi organoclorurati, metalli pesanti e PCB (in ppm).

Residues of organochlorine pesticides, heavy metals and PCB (in ppm):

Molecola	Concentrazione min	Concentrazione max
alfa-BHC	0.0019	0.1448
beta-BHC	0.0075	0.0203
Eptacloro	0.0085	0.0340
Endrin	0.0210	0.2891
4,4'-DDE	Tracce	16.2
2,4'-DDT	Tracce	0.28
2,4'-DDD	0.00146	0.1402
4,4'-DDD	0.0128	0.0787
4,4'-DDT	Tracce	1.0011
PCB	Tracce	

	Pb		Cd		Cr		Hg	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Fegato	0.44	3.89	0.31	2.61	0.05	0.31	2.82	250
Grasso	0.11	2.44	0.01	0.45	0.06	0.22	0.53	17.8
Muscolo	0.16	6.06	0.01	2.83	0.10	0.85	0.25	2.04

Ringraziamenti

Siamo grati al Centro Studi Cetacei ed ai seguenti collaboratori del nostro Istituto: C. Alaimo, L. Alfano, D. Colletta, S. Figuccia, G. Giusto, P. Macaione, M. Pace, F. Parisi, D. Ribaudo e G. Rubino.

Bibliografia

AGRIMI U., DI GUARDO G., MORELLI L., BENVENUTI A., KENNEDY S. (1993) - Spiaggiamenti di cetacei sulle coste italiane dal 1986 al 1991. Rilievi patologici ed epidemiologici. *Progr. Vet.*, **48**: 620-624.

AGUILAR A., RAGA J.A. (1990) - Mortandad de delfines en el Mediterraneo. *Politica Scientifica*, **25**: 51-54.

BAKER J.R. (1992) - Causes of mortality and parasites and incidental lesions in dolphins and whales from British waters. *Vet. Rec.*, **27**: 569-572.

CUSICK P.K., BULLOCK B.C. (1973) - Ulcerative dermatitis and pneumonia associated with *Aeromonas hydrophila* infection in the bottle-nosed dolphin. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **163**: 578-579.

DI BELLA C., MACRI' B., PRATO F., MAZZULLO G., LORIA G.R. (1995) - *Erysipelothrix rhusiopathiae* in un Delfino comune (*Delphinus delphis*) spiaggiato in Sicilia. *Atti XLIX Convegno Soc. It. Sci. Vet.* (in press)

DOMINGO M., FERRER L., PUMAROLA M., MARCO A., PLANA J., KENNEDY S., McALISKEY M., RIMA B.K. (1990) - Morbillivirus in dolphins. *Nature,* **384**: 21.

FUJIOKA R.S., GRECO S.B., CATES M.B., SCHROEDER J.P. (1988) - *Vibrio damsela* from wounds in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Dis. Acquatic Organism,* **4**: 1-8.

TANGREDI B.P., MEDWAY W. (1980) - Post-mortem isolation of *Vibrio alginolyticus* from an Atlantic white-side dolphin (*Lagenorynchus acutus*). *J. Wildl. Dis.*, **16**: 329-331.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 551-553

S. RAGONESE, P. JEREB, U. MORARA

Istituto Tecnologia Pesca e Pescato, CNR, Via L. Vaccara 61 - 91026 Mazara (TP), Italia.

SU DI UN ESEMPLARE DI PESCE LIOCORNO *LOPHOTUS LACEPEDEI* (LAMPRIDIFORMES - LOPHOTIDAE) SPIAGGIATO A MAZARA DEL VALLO (SICILIA SUD OCCIDENTALE)

STRANDING OF A LARGE SPECIMEN OF *LOPHOTUS LACEPEDEI* (LAMPRIDIFORMES - LOPHOTIDAE) IN THE SOUTHERN COASTS OF SICILY

Abstract

Morphological data on a large specimen of Lophotus lacepedei *(146 cm total length and 9.8 kg body weight) stranded at Mazara del Vallo (South - Western Sicily) are reported.*

Key-words: *Lophotus lacepedei*, stranding, Mediterranean Sea.

Introduzione

Lophotus lacepedei Giorna, 1809, denominato pesce liocorno (Unicorn fish o Crested fish per gli autori anglosassoni), rappresenta verosimilmente l'unica specie del genere nonostante alcuni autori lo distinguano dal congenere dell'Atlantico e del Pacifico, *Lophotus cappellei* (Smith e Heemstra, 1986).

Considerata specie rara, sebbene ampiamente distribuita nel dominio mesopelagico, si hanno scarsissime informazioni sulla sua biologia.

In questa nota viene descritto un esemplare di pesce liocorno rinvenuto nel giugno 1995, agonizzante, a pochi metri dalla spiaggia di "Tonnarella" (Mazara del Vallo).

Materiali e metodi

Per le misure morfologiche ed i caratteri meristici si è fatto riferimento a Rey (1983).

I valori assoluti sono stati espressi come percentuale della lunghezza standard (o del peso) in modo da rendere più agevole un confronto con i dati reperibili in letteratura. La struttura scheletrica è stata analizzata tramite esame radiologico.

Risultati

L'esemplare esaminato è fra i più grandi descritti per il Mediterraneo misurando 146 cm di lunghezza totale per un peso complessivo, a fresco, di 9.8 kg. Al momento della cattura era imbrattato di nero a causa dell'emissione dell'inchiostro prodotto dalla ghiandola del nero.

Le macchie circolari bianco argentate caratteristiche, che persistono per alcune ore dopo la morte, erano particolarmente evidenti. I valori biometrici (Tab. 1) sono

Tab. 1 - Dati biometrici del *Lophotus lacepedei* spiaggiato e confronto con i dati in letteratura. A) Valori assoluti, B) Indici (% lunghezza standard; % peso corporeo).

Measures on the stranded *Lophotus lacepedei* and comparison with data from literature. A) absolute values, B) Indexes (% of standard length; % of body weight).

Misura (mm; g) o conteggio	A	B	Letteratura
Lunghezza totale (LT)	1470	-	(max) 2000
Lunghezza standard (LS)	1434	-	1300-1800
Lunghezza della testa	224	15.6	13.1
Lunghezza preorbitale	45.4	3.2	3.0-3.5
Lunghezza postorbitale	87.7	6.1	5.7-7.8
Diametro oculare longitudinale	54.4	3.8	4.2-4.4
Lunghezza mandibola superiore	61.6	4.3	4.5
Lungh. proiezione cresta-ano	1343	93.6	93.0
Lungh. ano - peduncolo caudale	92.4	6.4	6.9
Lunghezza peduncolo caudale	34.4	2.4	3.3
Lunghezza cresta - occhio	129.0	9.0	9.0
Lungh. cresta-inizio linea laterale	40.4	2.8	2.3
Altezza massima del corpo	248	17.3	18.0
Altezza a livello opercolare	245.5	17.1	15.4-17.0
Peso corporeo (fresco)	9800	-	
Peso gonade	70.4	0.7	
Peso fegato	191.9	1.9	
Peso pancreas	20.7	0.2	
Pinna dorsale			
Numero di raggi	248	-	207-263
Pinna pettorale			
Numero di raggi	16	-	11-17
Lunghezza	84.5	5.9	5.7-6.1
Ampiezza alla base	21.8	1.5	1.6-2.5
Pinna ventrale			
Numero di raggi	5	-	5-6
Lunghezza	13.0	0.9	0.8-2.1
Pinna anale			
Numero di raggi	20	-	12-20
Ampiezza alla base	28.2	2.0	4.2
Pinna caudale			
Numero di raggi	18	-	17-19
Lunghezza ghiandola del nero	900	62.8	67.0
Numero vertebre	140	-	124-153

risultati, in genere, comparabili con quelli riportati in letteratura: la variabilità evidenziata dal confronto è anche conseguenza dello sviluppo ontogenetico (Spartà, 1954).

L'esame radiologico ha permesso di confermare quanto già evidenziato da Rey (1983) riguardo l'origine del "corno" dal secondo raggio della pinna dorsale e non dal primo come ritenuto precedentemente.

L'animale si presentava in ottimo stato a parte il "corno" spezzato e la presenza di striature sui fianchi.

Discussione e conclusioni

L'ordine dei Lampridiformi comprende un insieme diversificato di pesci con abitudini di vita poco conosciute, raggruppati in nove famiglie.

Quella dei Lophotidae comprende due generi *Eumecichthys* e *Lophotus*, entrambi caratterizzati da un corpo allungato e compresso, da una cresta occipitale più o meno prominente e da pinne pelviche rudimentali (Smith e Heemstra, 1986). La presenza di una ghiandola e di un serbatoio del nero non è invece un carattere esclusivo della famiglia.

Esemplari adulti sono stati segnalati solo sporadicamente nelle acque siciliane (Giuffré *et al.*, 1980) e l'unica testimonianza di analoghi ritrovamenti da parte dei pescatori mazaresi consiste in un grosso esemplare catturato con un tramaglio alcuni anni orsono ed individuato solo perché ne fu tentata la vendita (senza successo nonostante le carni siano ritenute eccellenti). La collezione Doderlein a Palermo annovera cinque esemplari di pesce liocorno ("prau impiriali"), conservati a secco, ma di taglia inferiore a quello descritto in questa nota ed esposto presso l'Istituto di Mazara. Per quanto concerne le striature sui fianchi del corpo, queste lasciano presupporre la causa originaria della morte dell'animale nell'ammagliamento in una rete o nell'incontro con un palangaro.

Ringraziamenti

A Giorgia Ferro per aver segnalato lo spiaggiamento.

Bibliografia

GIUFFRE' G., GUGLIOTTA R., NICOTRA S. (1980) - Su di un esemplare di *Lophotus lapecedei* G. 1809 (Pisces Lophotidae) spiaggiato sulla costa Siciliana dello Stretto di Messina. *Mem. Biol. Marina e Ocean.*, **10** (fasc. 1): 9-18.

REY J.C. (1983) - Captura de un ejemplar de *Lophotus lacepedei* G. 1809 (Pisces Lophotidae) en el estrecho de Gibraltar. *Memòrias do Museu do mar. Portugal*, **3** (25): 1-16.

SMITH M.M., HEEMSTRA P.C. (eds) (1986) - *Smiths' Sea Fishes*. Springer-Verlag: 1047 pp.

SPARTA' A. (1954) - Des stades jeunes rares de teleosteens marins. *FAO Techn. Pap.*, **25**: 7 pp.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 554-556

M. Romanelli, S. Palladino, E. Tarulli, M. Ferretti

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al mare (ICRAM), Via L. Respighi, 5 - 00197 Roma, Italia.

STIMA DELL'ACCRESCIMENTO DI *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) IN ADRIATICO MERIDIONALE TRAMITE ESAME DELLE *SAGITTAE* DI ESEMPLARI PRELEVATI CON RETI A STRASCICO E PALANGARI DI FONDO

ESTIMATE OF THE *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) GROWTH RATE IN THE SOUTHERN ADRIATIC SEA BY VISUAL EXAMINATION OF *SAGITTAE* FROM SPECIMENS CAUGTH THROUGH TRAWLING AND LONGLINING OPERATIONS

Abstract

Sagittae *of* H. d. dactylopterus *specimens caught in the Southwestern Adriatic Sea both by trawlers and longliners were examined to estimate the growth rate. Our results show that specimens may grow 25 years old or further and that males reach higher Tls.*

Key-words: *Helicolenus*, growth, reproduction, Mediterranean Sea.

Introduzione

Lo scorfano di fondale, *Helicolenus d. dactylopterus* (Delaroche), è stato oggetto negli ultimi anni di diversi studi sull'accrescimento delle popolazioni presenti in distinti settori geografici, ma i risultati ottenuti sono abbastanza contrastanti (es.: Peirano e Tunesi, 1986; Ragonese e Reale, 1995). Inoltre, in questi lavori sono stati spesso considerati solo individui di piccola taglia, per cui le stime riflettono principalmente la crescita delle classi più giovani.

In tale situazione si è ritenuto utile stimare la velocità di crescita delle popolazioni del Basso Adriatico mediante lettura delle sagitte di esemplari prelevati sia con reti a strascico che con palangari di fondo, al fine di ottenere, per quanto possibile, campioni rappresentativi dell'intero intervallo dimensionale della specie e disporre comunque di dati sull'accrescimento di individui di età più avanzata.

Materiali e metodi

Nel corso del triennio 1993-96 campioni di scorfani sono stati acquistati, in diversi mesi dell'anno, da unità commerciali operanti lungo le coste Adriatico-pugliesi, avendo cura di assumere dai comandanti notizie di massima sulle aree e batimetrie di pesca. Inoltre, alcuni imbarchi sono stati svolti nell'inverno 1996 a bordo di un peschereccio a strascico per prelevare campioni per uno studio preliminare sulla fecondità della specie.

In laboratorio gli esemplari sono stati misurati e pesati, rispettivamente al millimetro ed al decimo di grammo inferiore, mentre per le gonadi si è provveduto a determinarne il peso e lo stadio macroscopico di maturazione. Le determinazioni di età sono state condotte esaminando allo stereoscopio le otoliti integre, in acqua

o a secco. Essendo però risultate del tutto illeggibili le sagitte di un esemplare di 411 mm di lunghezza, una di queste è stata inclusa in resina e "limata" fino ad ottenere una sezione esaminabile in luce trasmessa.

In tutto sono stati registrati dati morfometrici relativi a 439 individui (femmine= 234; maschi= 180; indet.= 25), mentre 434 otoliti sono state esaminate per le determinazioni di età. Separatamente si è proceduto a misurare allo stereoscopio, lungo l'asse maggiore e con precisione di 0,1 mm, le sagitte di 308 esemplari.

L'adattamento dei dati ottenuti a curve di tipo Von Bertalanffy è stato, infine, analizzato tramite programma L.F.S.A. (Sparre, 1987).

Risultati

Nell'ambito dell'intervallo dimensionale campionato, compreso tra 130 e 411 mm di lunghezza totale, è stata osservata una prevalenza di maschi nelle classi di taglia più elevata.

Appartenevano in particolare a questo sesso alcuni esemplari di taglia superiore a 310 mm, tra cui un individuo di LT pari a 411 mm e peso di 1385,0 g di età stimata di 25-30 anni.

Inoltre, in otto dei dieci campioni prelevati in tempi diversi (N° medio pesci = 43,90±28,56) gli individui del gruppo "maschi+indeterminati" sono risultati di dimensioni alquanto superiori a quelle delle "femmine+indeterminati".

L'evoluzione dell'indice gonado-somatico in individui prelevati in differenti mesi dell'anno ha permesso di individuare la stagione riproduttiva nel periodo metà dicembre - fine marzo. In campioni catturati in febbraio-marzo 1996 sono state rinvenute femmine con uova idratate. La più piccola femmina matura riscontrata nella presente indagine aveva LT di 166 mm ed età stimata di poco più di tre anni (classe III).

Nei nostri campioni sono risultati del tutto assenti, in accordo con la bibliografia, individui di classe 0 o I.

Al fine di ovviare in parte a tale inconveniente, si è quindi proceduto a definire rette di regressione taglia-lunghezza otolite in modo da verificare se le dimensioni medie degli individui delle classi mancanti potessero essere stimate, tramite "retrocalcolo", da quelle dei corrispondenti *annuli* presenti nelle sagitte di esemplari più anziani. Essendo le rette in questione risultate:

$$LT = 32{,}258\ LOT - 86{,}290 \quad (M= 134;\ r= 0{,}877;\ LT,\ LOT \text{ in mm})$$

$$LT = 31{,}250\ LOT - 73{,}219 \quad (F= 174;\ r= 0{,}873)$$

le misure relative ai primi due *annuli* presenti nelle sagitte di undici esemplari di classe II o III sono state utilizzate per stimare la lunghezza dei medesimi animali nel loro secondo anno di vita.

Sebbene le stime dimensionali relative alla classe I siano, nel complesso, in accordo con quelle di altri autori (Ragonese e Reale, 1995), l'insieme dei dati età-lunghezza ottenuti nel presente lavoro sembrano non adattarsi a curve di tipo Von Bertalanffy.

Le dimensioni medie osservate per le diverse classi di età ed il numero di otoliti esaminate sono quindi riportati in tab. 1 senza ulteriori elaborazioni.

Tab. 1 - Lunghezze totali medie, in mm, di gruppi di esemplari di *Helicolenus d. dactylopterus* appartenenti a differenti classi di età (N= Numero esemplari per classe; min.-max.= lunghezza minima e massima delle classi).

Average TIs, as mms, of *Helicolenus d. dactylopterus* specimens belonging to different age groups (N= Number of specimens in each age group; min.-max.= minimum and maximum TL observed for each age group; d.s.= standard deviation).

CLASSE ETA'	*I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
N	11	3	17	52	120	93	45	27	17	7
LT media	74,4	148,3	156,8	191,0	207,0	225,9	241,6	262,6	269,6	288,5
d.s.	± 15,0	± 17,5	± 19,1	± 22,5	± 21,5	± 27,2	± 27,8	± 36,4	± 39,9	± 31,4
min -max	51-91	130-165	130-190	143-234	161-265	160-290	181-297	176-311	199-334	254-337

*: Valori di lunghezza totale stimati per retrocalcolo in base alle dimensioni degli *annuli* I e II in sagitte di individui di classe II e III;

*: TIs backcalculated on the measured lengths of *annuli* I e II in *sagittae* of specimens belonging to the age groups II and III;

Discussione

I risultati ottenuti sembrano indicare che i maschi di *H. d. dactylopterus* raggiungano dimensioni più cospicue rispetto alle femmine della stessa specie.

Il rinvenimento di un individuo di età stimata pari a 25-30 anni conferma le osservazioni di altri autori (Ragonese e Reale, 1995) circa la notevole longevità di questi animali.

I ritmi di crescita calcolati sulla base delle nostre determinazioni di età sembrano, inoltre, concordare con le stime riportate dagli stessi autori per esemplari prelevati nel Canale di Sicilia.

Infine, l'età 25-30 anni stimata per un individuo di dimensioni prossime ai massimi valori noti per la specie (Fischer *et al.*, 1987) fanno ritenere, in accordo con le indicazioni ottenute da Hoenig (1983) sui rapporti tra mortalità ed età massima rilevata in campioni di 83 stocks ittici vergini o poco sfruttati, che il tasso istantaneo di mortalità possa essere, per la popolazione dello scorfano di fondale in esame, pari a 0,15-0,19. Questi valori appaiono nettamente inferiori alle stime ottenute, per lo stesso parametro M, da D'Onghia *et al.* (1996) in base alla composizione di età di campioni di *H. d. dactylopterus* prelevati con reti a strascico nel Mar Ionio, fatto che potrebbe indicare l'esistenza di differenze geografiche o di una maggiore mortalità a carico delle classi più giovani.

Bibliografia

D'ONGHIA G., F. MASTROTARO, M. PANZA (1996) - On the growth of rockfish, *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) from the Ionian Sea. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 143-152.

FISCHER W., M. SCHNEIDER, M.-L. BAUCHOT (Red.) (1987) - *Fiches Fao d'identification pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (Revision 1).* Fao, Rome: 1-1473.

HOENIG J. M. (1983) - Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.*, **82**: 898-903.

PEIRANO A., L. TUNESI (1986) - Preliminary notes on the biology of *Helicolenus d. dactylopterus* (Delaroche) in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **30** (2): 233.

RAGONESE S., B. REALE (1995) - Distribuzione e crescita dello scorfano di fondale, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* (Delaroche, 1809), nello Stretto di Sicilia (Mar Mediterraneo). *Biol. Mar. Medit.*, **2**: 269-273.

SPARRE B. (1987) - Computer programs for fish stock assessment. Length-based stock assessment (L.F.S.A.) for Apple II computers. *FAO Techn. Pap.*, **101/2**: 1-218.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 557-560

L. Rositani, N. Ungaro, R. Veneziani

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

DATI PRELIMINARI PER LO STUDIO DELLA DETERMINAZIONE DELL'ETÀ DI *STENELLA COERULEOALBA* (MEYEN, 1883) NELL' ADRIATICO MERIDIONALE

PRELIMINARY DATA ON AGE DETERMINATION OF *STENELLA COERULEOALBA* (MEYEN, 1883) IN SOUTHERN ADRIATIC SEA

Abstract

The age of fifthy-two striped dolphin specimens (from 120 cm to 220 cm, total length), stranded in 1991 along Apulian coasts, was determined by means of tooth sections readings (growth layer groups counting). The preliminary data seems to be in agreement with other Authors results.

Key-words: Striped dolphin, growth, Mediterranean Sea.

Introduzione

Sin dal 1984 il Laboratorio di Biologia Marina di Bari, in collaborazione con alcuni Istituti della Facoltà di Medicina Veterinaria di Bari ed in costante collegamento col Centro Studi Cetacei, ha cominciato a censire in maniera sistematica lo spiaggiamento di cetacei lungo le coste pugliesi, nonchè ad effettuare rilievi somatometrici, esami necroscopici e prelievi di organi e tessuti per successive analisi chimiche e istopatologiche.

Nel 1991 si è verificato uno dei più grandi spiaggiamenti di cetacei mai registrato lungo le coste mediterranee (che ha avuto il suo culmine nei mesi estivi lungo le coste pugliesi), da vari autori messo in collegamento con la presenza negli esemplari di *Morbillivirus* (Bonavoglia *et al.*, 1992).

Questo ci ha permesso di condurre un numero di osservazioni e prelievi, che, ai normali ritmi di rinvenimento degli esemplari spiaggiati, avrebbe richiesto circa 10 anni.

Tra i vari studi condotti, molti dei quali non sono ancora stati completati, abbiamo ritenuto interessante cercare di determinare l'età dei cetacei spiaggiati, e ricercare una eventuale correlazione tra i dati ottenuti e parametri quali la lunghezza corporea e il sesso degli stessi esemplari.

Molti autori hanno studiato la apposizione degli strati di dentina nei Cetacei (Bow e Purday, 1966; Lockyer, 1992) dimostrando che la formazione di ogni strato avviene in un periodo di circa un anno, avvalorando tale ipotesi con il confronto col numero di corpi lutei (Kasuya, 1972), tramite osservazioni condotte su animali in cattività (Nishiwaki e Yagi, 1953), o mediante esperimenti di marcatura con tetraciclina (Myrick *et al.*, 1984).

Materiali e metodi

La determinazione dell'età è stata effettuata utilizzando i denti di 52 esemplari di *S. coeruleoalba* estratti, o in laboratorio durante la necroscopia, o, a volte,

direttamente sui luoghi di spiaggiamento, a causa di difficoltà di trasporto o cattivo stato di conservazione dell'animale.

Seguendo le indicazioni rinvenute in letteratura in studi condotti su specie affini (Myrick *et al.*, 1983), si sono prelevate porzioni centrali della emimandibola sinistra e, a volte, anche della mascella superiore, di circa 7 cm, recanti circa 5-7 denti; i campioni sono stati conservati fino al momento dell'esame in formalina salata al 3%.

Per ogni esemplare, un dente è stato sezionato in "fette" longitudinali di circa 0.40 mm, tramite una sega circolare diamantata a bassa velocità, dopo aver fissato il pezzo anatomico su un blocchetto di legno, tramite collante a base di cianocrilato.

Tale metodica è risultata più efficace rispetto all'inclusione in resina. Le sezioni così ottenute sono state osservate al microscopio ottico a luce riflessa (ingrandimento 40X), previa aggiunta di sola glicerina.

Le letture delle sezioni per la determinazione del numero di GLGs di dentina (gruppi di strati di accrescimento) sono state effettuate da tre differenti osservatori.

In generale l'interpretazione data dai tre osservatori è stata identica; solo in alcuni casi è stato necessario ripetere la lettura su un'ulteriore sezione ottenuta da un altro dente dello stesso esemplare.

Nelle nostre letture abbiamo ritenuto opportuno , anche in accordo con altri Aa. (Hui, 1980) porre pari a 15 il numero massimo di GLGs leggibili, in quanto, al superare di questo valore, non sempre l'apposizione di strati risulta avere cadenza annuale.

Risultati

I 52 esemplari da cui sono stati prelevati i denti avevano lunghezze totali comprese tra 120 e 220 cm; di questi 31 maschi avevano una L.T. tra 120 e 220, 20 femmine tra 140 e 218 e 1 indeterminato con L.T. pari a 197 cm.

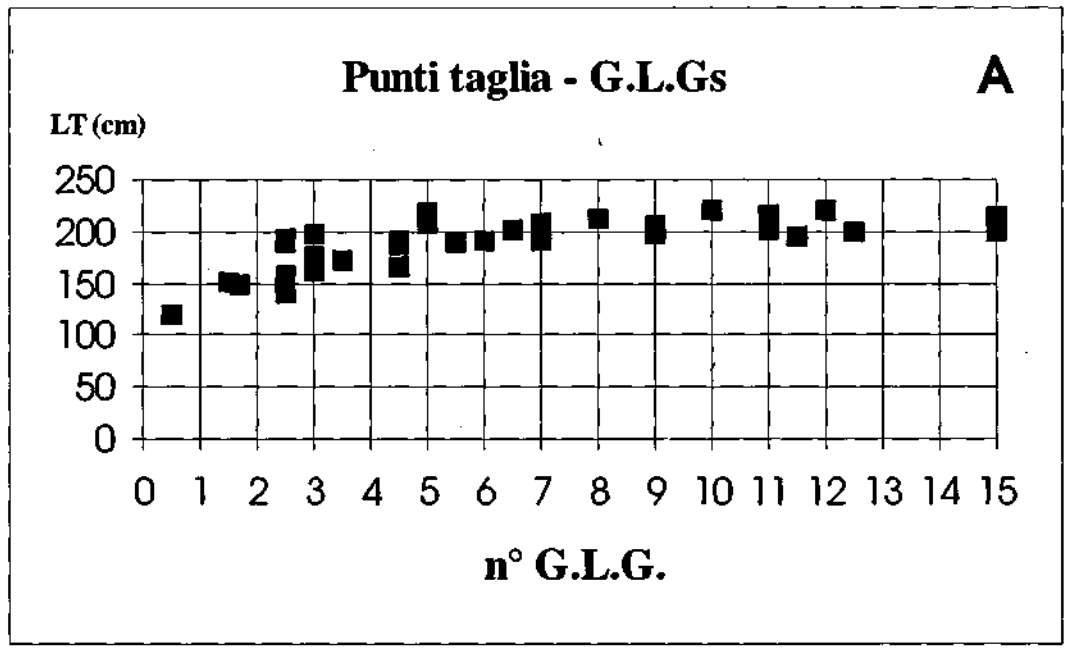
La lettura delle sezioni ottenute ha permesso di attribuire un'età presunta ad ogni individuo; nella fig. 1 è riportata la distribuzione dei punti GLGs/ L.T., sul totale degli esemplari (a), sul totale delle femmine (b) e sul totale dei maschi (c).

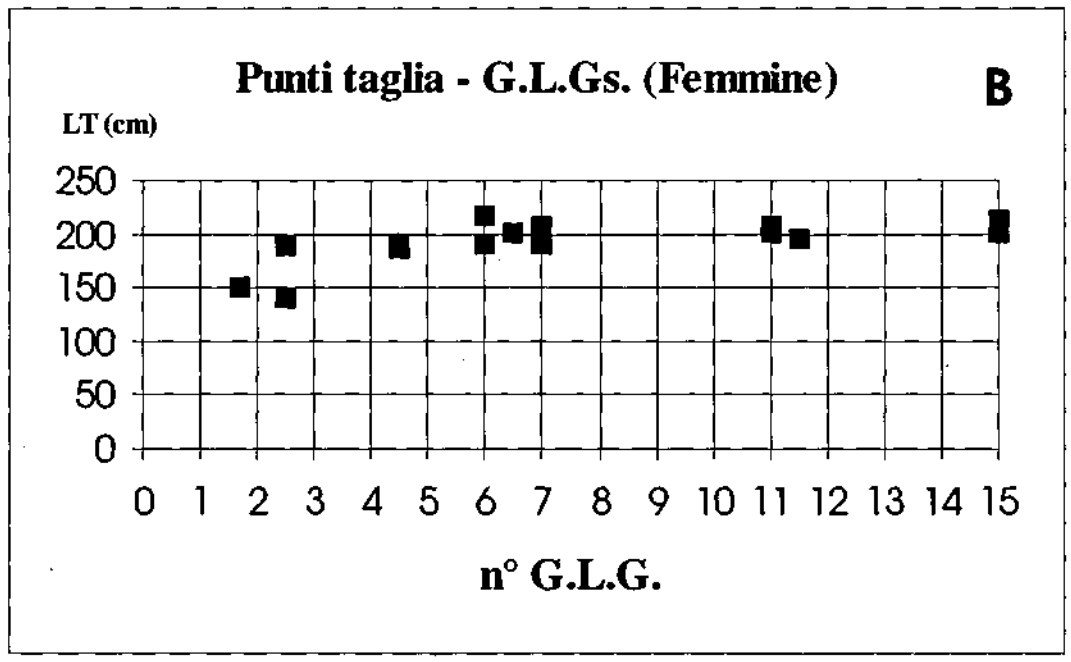
Discussione e Conclusioni

I risultati ottenuti, pur tenendo conto del numero relativamente basso di dati, sembrano essere in accordo con quanto riportato da Kasuya (1972) per la stessa specie studiata nelle acque del Pacifico giapponese.

Al fine di ottenere dati su un campione di più grandi dimensioni, e per validare gli stessi mediante l'utilizzo di altre metodiche (racemizzazione dell'acido aspartico) è in corso una collaborazione con altri gruppi di ricerca italiani impegnati nello stesso settore.

Inoltre un numero più consistente di esemplari consentirebbe l'elaborazione matematica di appropriate e significative curve di crescita.





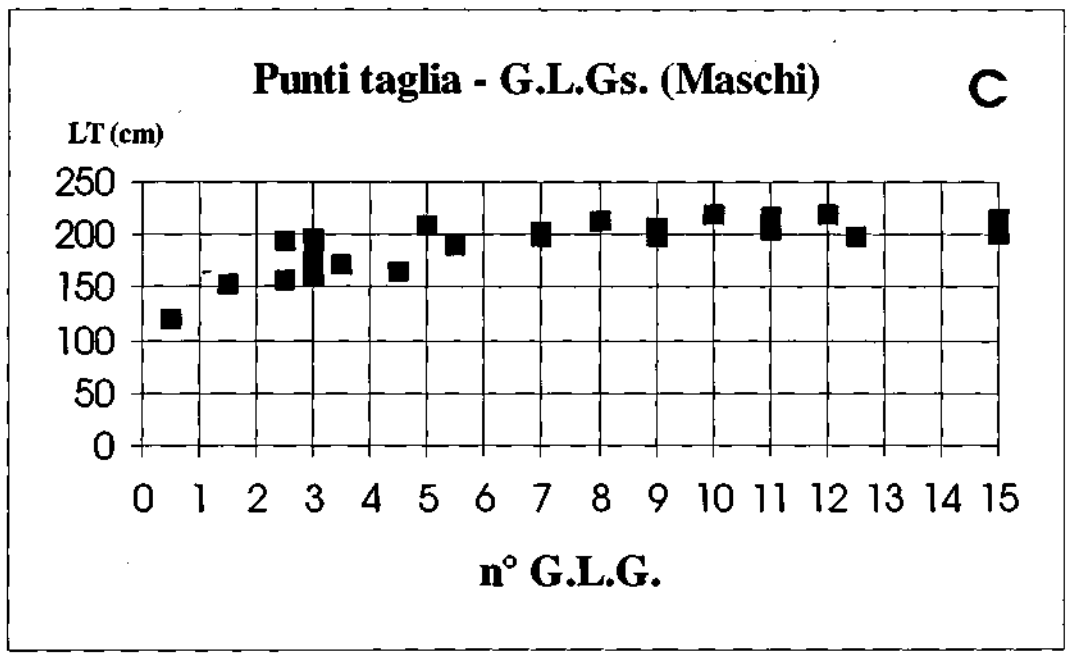


Fig. 1 - Distribuzione dei punti LT/G.L.Gs..

TL/G.L.Gs. points distribution.

Bibliografia

BUONAVOGLIA C., TEMPESTA M., MARSILIO F., TISCAR P.G., MARANO G., CAMPAGNUCCI M. (1992) - Presenza di morbillivirus in organi di delfini spiaggiati nelle coste pugliesi nel 1991. *Bollettino soc. IT. Patol. Ittica* (8): 1-2.

BOW J. M., PURDAY C. (1966) - A method of preparing Sperm Whale Teeth for Age determination. *Nature,* Lond., **5034**: 437-438.

HUI C.A. (1980) - Variability of dentin deposits in *Tursiops truncatus. Canadian Journal of Fisheries and Acquatic Sciences,* **37** (4): 712-716.

KASUYA T. (1972) - Growth and reproduction of *Stenella coeruleoalba* based on the age determination by means of dentinal growth layers. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, **24**: 57-79.

LOCKYER C. (1992) - Can we tell more than age from tooth growth layers in cetaceans? European research on cetaceans, *P.G.H. Evans ed.*, **6**: 206.

MYRICK A.C., HOHN A.A., SLOAN P.A., KIMURA M., STANLEY D.D. (1983) - Estimating age of spotted and spinner dolphins (*Stenella attenuata* and *Stenella longirostris*) from teeth. *NOAA Tech. Memorandum NMFS*: 17pp.

MYRICK A.C. Jr., SHALLENBERGER E.W., KANG I., MACKAY D.B. (1984) - Calibration of dental layers in seven captive hawaiian spinner dolphins, *Stenella longirostris*, based on tetracycline labelling. *Fishery Bull.*, **82** (1): 207-225.

NISHIWAKI M., YAGI T. (1953) - On the age and growth of the teeth in a dolphin (*Prodelphinus coeruleoalbus*). *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, **8**: 133-146.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 561-563

N. Nannini, M. Sbrana*, S. De Ranieri

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa,
Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
*Centro Interuniv. di Biologia Marina, Livorno, Italia.

ASPETTI DI BIOLOGIA DI *TRACHURUS TRACHURUS* (LINNAEUS, 1758) E *TRACHURUS MEDITERRANEUS* (STEINDACHNER, 1868) NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

BIOLOGICAL ASPECTS OF *TRACHURUS TRACHURUS* (LINNAEUS, 1758) AND *TRACHURUS MEDITERRANEUS* (STEINDACHNER, 1868) IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract

A comparative analysis between Trachurus trachurus *(Linnaeus, 1758) and* Trachurus mediterraneus *(Steindachner, 1868) in the Northern Tyrrhenian Sea has been carried out. Some differences were evidenced comparing the reproductive and the recruitment period of the two species.*

Key-words: *Trachurus trachurus*, *Trachurus mediterraneus*, reproduction, recruitment, Northern Tyrrhenian Sea.

Introduzione

Nel Mar Tirreno Settentrionale si riscontra la presenza delle tre specie mediterranee appartenenti al genere *Trachurus.* Nonostante *T. trachurus* e *T. mediterraneus* siano pescati in abbondanza (le catture di *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825) sono occasionali), la biologia ed ecologia di queste due specie sono ancora poco conosciute. Lo studio è stato indirizzato verso un'analisi comparativa del periodo riproduttivo e del reclutamento, tenendo in considerazione che queste due specie presentano areali di distribuzione spesso sovrapposti. Risulta pertanto interessante valutare le eventuali strategie biologiche ed ecologiche che queste specie affini adottano al fine di minimizzare eventuali fenomeni competitivi.

Materiali e metodi

Gli esemplari esaminati provengono da campagne di pesca sperimentale con rete a strascico (1990-'95) e da campionamenti dello sbarcato commerciale di Porto Santo Stefano (1991). Su ciascun individuo è stata rilevata la lunghezza totale (LT); inoltre, nel corso del biennio 1991-'92, sono stati rilevati altri parametri quali il sesso e lo stadio maturativo della gonade secondo la scala proposta da Macer (1974) modificata da Lucio e Martin (1989).

Risultati e discussione

L'andamento delle percentuali di femmine mature nei vari periodi di campionamento indica una sensibile differenza nel periodo riproduttivo delle due specie (fig. 1). *T.trachurus* è caratterizzato dalla presenza di una lunga stagione riproduttiva con un massimo di attività in primavera, mentre in *T.mediterraneus*

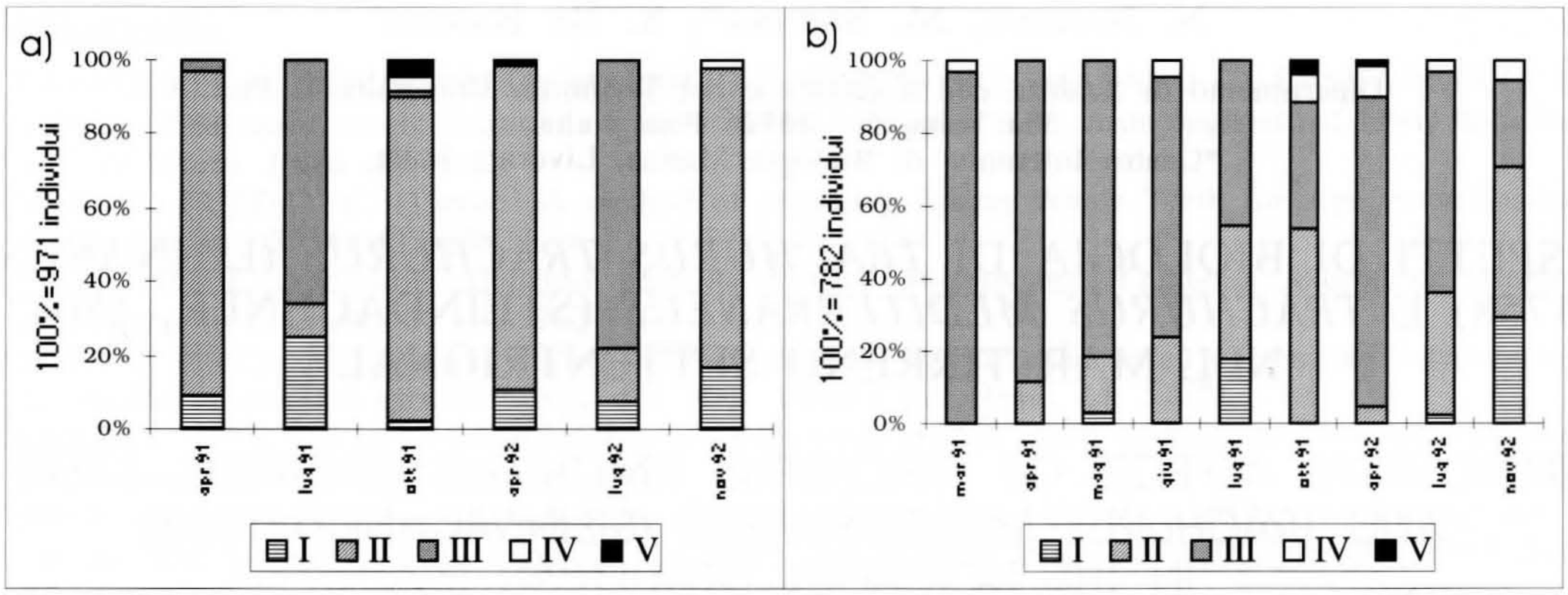


Fig. 1 - Percentuale femmine di *T.mediterraneus* (a) e *T.trachurus* (b) nei diversi stadi maturativi; I: immaturo, II: inizio di maturazione, III: attivo, IV: spento, V: a riposo.

Percentage of *T.mediterraneus* (a) and *T.trachurus* (b) females in differents maturity stages; I: virgin, II: beginning of maturation, III: active, IV: spent, V: resting.

la stagione riproduttiva è meno estesa e si concentra in estate. Il diverso periodo riproduttivo delle due specie si riflette anche sul reclutamento: i giovani di *T.trachurus* sono più abbondanti in primavera ed in estate, mentre il reclutamento di *T.mediterraneus,* sebbene inizi in estate, si sovrappone solo parzialmente a quello di *T.trachurus* dato che le maggiori abbondanze di giovani si registrano nel periodo autunnale.

I giovani di entrambe le specie tendono a concentrarsi entro la batimetrica dei 100 m (fig. 2); le reclute di *T.trachurus* sono presenti, sia pure in quantità scarsa, anche a profondità maggiori, comunque non oltre la batimetrica dei 200 m. Queste specie, quindi, nonostante l'affinità sistematica, che si manifesta con caratteristiche biologiche ed ecologiche abbastanza simili (Ben Salem, 1988), hanno mostrato alcune importanti pecularietà legate agli aspetti riproduttivi (differente periodo riproduttivo e di reclutamento) che contribuiscono a spiegare la loro coesistenza nell'area.

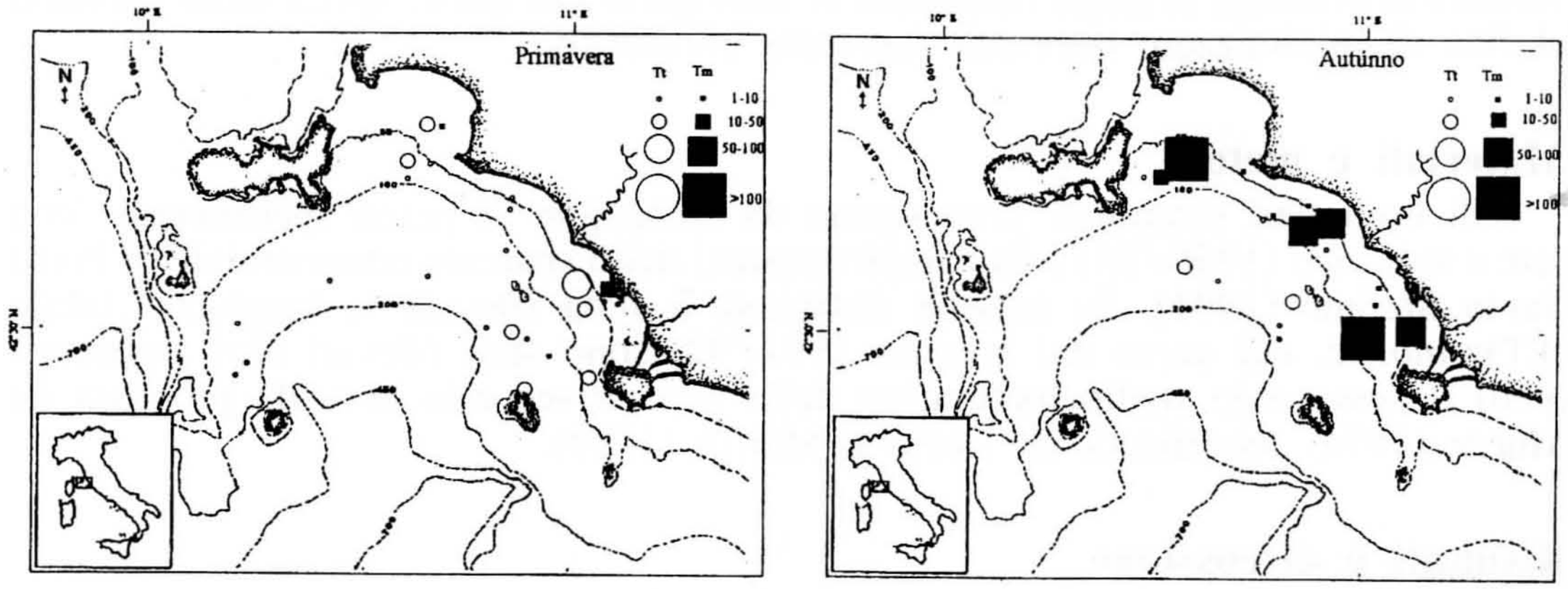


Fig. 2 - Distribuzione ed abbondanza dei giovani (LT<10 cm) di *T.trachurus* e *T.mediterraneus* nelle campagne 1994-'95.

Distribution and abundance of *T.trachurus* and *T.mediterraneus* juveniles (TL<10 cm) in the trawl-surveys carried out in 1994-'95.

Bibliografia

BEN SALEM M. (1988) - Taxinomie numérique des espèces du genre *Trachurus* (Rafinesque, 1810) (Poissons, Téléostéens, Carangidae). *Cybium*, **12** (1): 45-58.

LUCIO P., MARTIN I. (1989) - Biological aspects of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L. 1758) in the Bay of Biscay in 1987 and 1988. *Int. Coun. Explor. Sea*, C.M. 1989/H:28, 20 pp.

MACER C.T. (1974) - The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. *J. Fish Biol.*, **6**: 415-438.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 564-566

D. Scilipoti, P. Franzoi, R. Nardo, A. Mazzola

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,
Salita Sperone 31 - 98166 S. Agata (ME), Italia.
Dipartimento Scienze Ambientali, Università della Tuscia, Viterbo, Italia.
Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Italia.

PRIMI DATI SULL'ALIMENTAZIONE DI *APHANIUS FASCIATUS* (NARDO, 1827), NELLO STAGNONE DI MARSALA

FEEDING ECOLOGY OF *APHANIUS FASCIATUS*: PRELIMINARY RESULTS

Abstract

Feeding habits of three size classes of Aphanius fasciatus *(Pisces, Cyprinodontidae) were investigated during two day/nigth surveys (January and July 1995) in a Sicilian coastal saund (Stagnone di Marsala). Fishes fead largely Harpacticoid Copepods and Gammarid Amphipods. Feeding occur mainly during the morning. Overlap was observed only in January.*

Key-words: Feeding ecology, Day/nigth survey, *Aphanius fasciatus*,coastal sound.

Introduzione

Aphanius fasciatus è un piccolo teleosteo, dalle abitudini gregarie e tipicamente eurialino. Per le sue caratteristiche biologiche e per l'alta adattabilità è molto comune nelle lagune salmastre del Mediterraneo (Marconato, 1982). All'interno dello Stagnone di Marsala, laguna costiera della Sicilia occidentale, questa specie viene catturata durante tutto l'anno, con maggiore abbondanza nel periodo tardo primaverile in coincidenza del reclutamento della coorte 0+ (Sarà *et al.*, 1993). Lo studio delle abitudini alimentari di questa specie può fornire utili informazioni per una migliore descrizione delle relazioni trofiche che si realizzano tra le specie ittiche in quest'area. Nel seguente lavoro vengono riportati i primi risultati relativi allo studio del comportamento trofico di questa specie all'interno dello Stagnone di Marsala.

Materiali e metodi

Nel corso del 1995 sono stati effettuati 4 cicli nictemerali di campionamento; in ciascuno di essi sono state eseguite pescate ad intervalli di quattro ore una dall'altra. La stazione scelta è posta all'interno della laguna ed è caratterizzata da una *facies* a *Cymodocea nodosa.* Gli individui di *A. fasciatus* catturati sono stati suddivisi in classi dimensionali (16-24 mm; 25-33 mm; >33 mm). Per una valutazione dei ritmi di alimentazione è stato usato un subcampione di 15 esemplari per ora di ciascun campionamento e per classe di taglia. A tale scopo di ogni individuo esaminato sono stati registrati il peso secco corporeo totale ed il peso secco del contenuto gastrico (espresso come percentuale del peso secco corporeo). Nella presente nota, vengono riportati i risultati relativi ai cicli di campionamento di gennaio e luglio. Sui subcampioni del ciclo invernale è stato condotto anche uno studio delle preferenze alimentari: le prede rinvenute all'interno dello stomaco

Tab. 1 - Frequenza percentuale (F%) e numero percentuale (N%) delle categorie di prede identificate nei contenuti gastrici. Le lettere A, B, C, indicano rispettivamente la taglia 16/24, 25/33, >33 mm.

Occurrence frequency (%F) and percent number (%N) of prey categories identified in stomach contents. The letters A, B, C correspond respectively to size classes 16/24, 25/33, >33 mm.

	ore 08.00			ore 12.00			ore 16.00			ore 20.00			ore 24.00			ore 4	
Categorie	**F%**			**F%**			**F%**			**F%**			**F%**			**F%**	
	A	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**
Mollusca																	
Gastropoda	–	13	–	–	–	–	20	–	–	–	–	6,7	–	–	–	–	–
Cephalopoda	–	–	–	–	–	8,33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Polychaeta	33,3	–	–	–	23,1	–	6,67	–	6,67	–	–	–	–	–	–	–	–
Crustacea																	
Amphipoda Gammaridea	33,3	26,7	12,5	41,7	46,2	33,3	26,7	65,2	60	16,7	60,	33,3	–	22,2	28,6	–	20
Copepoda Harpacticoida	–	13,3	12,5	33,3	61,5	8,33	13,3	18,2	–	25	10	20	–	1,1	–	–	–
Cumacea	–	–	–	–	7,69	–	–	–	6,67	–	–	–	–	–	–	–	–
Isopoda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,1	–	–	–
Decapoda larvae	–	–	–	7,69	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Mysidacea	33,3	6,67	25	6,67	–	–	6,67	9,09	6,67	8,33	–	–	20	–	–	–	–
Ostracoda	–	33,3	–	8,33	7,69	8,33	–	9,09	–	8,33	–	–	–	–	14,3	–	–
Decapoda resti	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tanaidacea	–	–	–	–	–	25	6,67	27,3	20	8,33	–	6,67	–	11,1	–	–	–
Chironomidae larvae	–	–	–	–	15,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Uova	–	13,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20
Fecal pellet	–	–	–	8,33	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	14,3	–	–
		N%			**N%**			**N%**			**N%**			**N%**			**N%**
Mollusca																	
Gastropoda	–	23,8	–	–	–	–	10	–	–	–	–	29	–	–	–	–	–
Cephalopoda	–	–	–	–	–	3,23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Polychaeta	37,5	–	–	–	9,09	–	3,57	–	2,78	–	–	–	–	–	–	–	–
Crustacea																	
Amphipoda Gammaridea	37,5	38	25	27,3	36,4	64,5	17,9	64	63,9	10	88,2	42,9	–	40	50	–	50
Copepoda Harpacticoida	–	9,5	25	59,1	36,4	3,23	57,1	8,7	–	72,2	–	21,4	–	20	–	–	–
Cumacea	–	–	–	–	3,03	–	–	–	16,7	–	–	–	–	–	–	–	–
Isopoda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–
Decapoda larvae	–	–	–	–	3,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mysidacea	12,5	4,7	50	4,55	–	–	7,14	4,35	8,33	5,56	–	–	100	–	–	–	–
Ostracoda	12,5	–	–	4,55	6,06	6,45	–	8,7	–	5,56	–	–	–	–	25	–	–
Decapoda resti	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tanaidacea	–	–	–	–	–	22,6	3,57	13	8,33	5,56	–	7,14	–	20	–	–	–
Chironomidae larvae	–	–	–	–	6,06	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Uova	–	23,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50
Fecal pellet	–	–	–	4,5	–	–	–	–	–	–	11,8	–	–	–	25	–	–

sono state suddivise in categorie, e per ciascuna di esse, è stata calcolata la frequenza di comparsa ed il numero percentuale.

Risultati

I valori relativi al peso secco del contenuto gastrico sono riportati in figg. 1 e 2. In tab 1 sono riportate la frequenza di comparsa ed il numero percentuale delle categorie riscontrate all'esame dei contenuti gastrici per le diverse classi dimensionali.

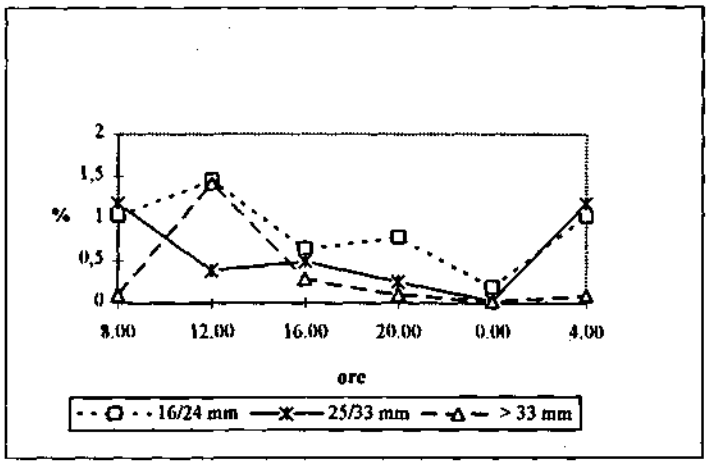


Fig. 1 - Ritmo di alimentazione giornaliero - gennaio 1995.
Diel feeding rythim - January 1995.

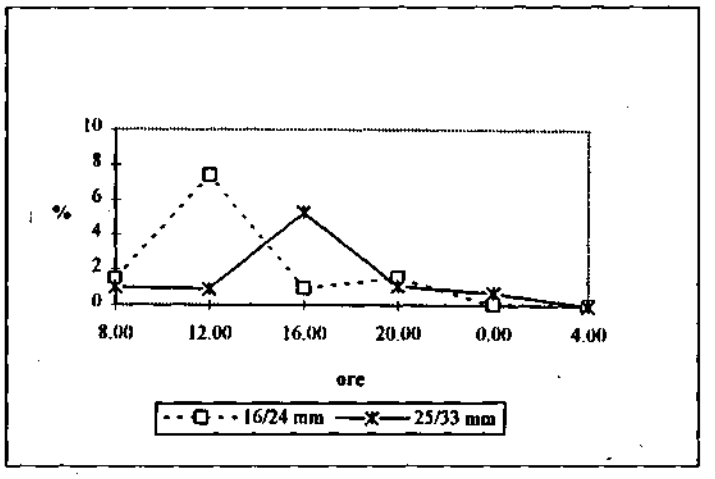


Fig. 2 - Ritmo di alimentazione giornaliero - luglio 1995.
Diel feading rythim - July 1995.

Discussione e conclusione

Le nostre indagini hanno mostrato che la specie si alimenta principalmente durante le fasi più luminose del giorno sia durante la stagione invernale, che in quella estiva. Ciò comporta che la predazione presumibilmente avvenga a vista. I ritmi di alimentazione hanno evidenziato la presenza di sovrapposizione temporale dell'attività alimentare per le tre classi dimensionali solo in coincidenza del ciclo invernale, durante il quale il contenuto gastico presenta bassi valori. Questo comportamento è legato presumibilmente alle condizioni registrabili in laguna che durante questa stagione diventano "limitanti" anche per specie, come questa, ad ampia adattabilità. *A. fasciatus* in questa stagione si comporta come un microcarnivoro generalista: la sua dieta è infatti caratterizzata da organismi bentonici tipici dello strato fogliare o presenti nei sedimenti della prateria di *C. nodosa*. La limitata selettività nei confronti delle risorse disponibili e la prevalenza di prede bentoniche anche per la classe dimensionale minore sono probabilmente da mettere in relazione alle ridotte disponibilità trofiche dell'area di indagine in questa stagione.

Bibliografia

MARCONATO A. (1982) - Preliminary investigation on the reproductive behavior of *A. fasciatus* (Nardo) (Ciprinodontidae). *New letter of the I.A.F.E.*, **5**: 24-26.

SARA' G., L. LOPIANO, D. SCILIPOTI, S. MIRTO, M. CAMPOLMI, A. MAZZOLA (1993) - Indagine sul pesce novello nello Stagnone di Marsala (Sicilia). *Biologia Marina, Suppl. Notiziario S.I.B.M.*, **1**: 221-222.

Lavoro eseguito con contributo M.R.A.A.F.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 567-570

N. UNGARO, G. MARANO, E. MUSCI

Laboratorio Provinciale di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

ASPETTI RELATIVI ALLA RIPRODUZIONE DI SELACI DEMERSALI NEL BACINO ADRIATICO SUD-OCCIDENTALE

SOME ASPECTS OF DEMERSAL CARTILAGINOUS FISHES REPRODUCTION IN SOUTH-WESTERN ADRIATIC BASIN

Abstract

The Authors report data about reproduction of some demersal cartilaginous fishes on south-western Adriatic Sea bottoms. The blackmouth catshark length at first maturity (50%) was 44.8 cm (Total Length) for male specimen, 50.8 cm for female ones. The rabbit fish length at first maturity (50%) was 21.4 cm (Pre-anal Length) for male specimen, 24.7 cm for female ones.

Key-words: Cartilaginous fishes, Reproduction, South-western Adriatic Sea.

Introduzione

Lo studio della biologia riproduttiva dei pesci cartilaginei riveste peculiare importanza in merito allo sfruttamento della risorsa.

La particolare strategia riproduttiva, a bassa fertilità, può rendere alcuni di questi organismi più vulnerabili ad una intensa pressione di pesca; nell'ambito di una più vasta ricerca sulla valutazione delle risorse demersali (finanziata dal M.R.A.A.F.) (AA.VV. 1996) si sono analizzati campioni relativi alle catture di selaci demersali allo scopo di determinare le taglie riproduttive per quelle specie interessate dall'attività di pesca a strascico nel Basso Adriatico (Bello, in stampa; Ungaro, 1986; Ungaro *et al.*, 1996a; Ungaro *et al.*, 1996b)

Materiali e metodi

Gli esemplari di selaci sono stati raccolti durante le campagne sperimentali stagionali di pesca a strascico nell'Adriatico Sud-occidentale riferite agli anni 1994-1995 (AA.VV. 1996).

Per gli stessi esemplari, identificati secondo la specie, sono state misurate la lunghezza totale (LT, cm), la lunghezza all'ano (LA, cm), la lunghezza degli pterigopodi nei maschi (Lpter, cm). Su un sub campione di maschi di gattuccio boccanera si è operata la dissezione degli esemplari per valutare lo sviluppo degli pterigopodi in relazione allo sviluppo dei testicoli. Gli stadi relativi alla maturità sessuale sono stati attribuiti in base alla scala di Holden e Raitt a tre stadi per i pesci cartilaginei (1974).

Il numero relativamente basso di esemplari catturati ha permesso di stimare parametri, quali il rapporto sessi o la lunghezza di maturità sessuale (50%), solo per alcune specie; per altri *taxa* si sono rese disponibili solo informazioni preliminari.

Per le specie catturate in congruo numero si è tracciata una curva descrittiva della relazione tra la lunghezza somatica ed il rispettivo stadio maturativo e/o la lunghezza relativa degli pterigopodi (Lpter/LT o LA).

Risultati

Tra le differenti specie di selaci raccolti (Ungaro *et al.*, 1996b), le più abbondanti sono risultate *Galeus melastomus* Rafinesque, *Etmopterus spinax* (L.), *Chimaera monstrosa* L., *Scyliorhinus canicula* (L.). Il campionamento relativo a queste specie spesso non è risultato omogeneo rispetto alle differenti taglie; in particolare per *E. spinax* si è campionata esclusivamente la frazione giovanile, rendendo dunque inefficace una valutazione della taglia di prima maturità.

Il rapporto sessi per la specie *G. melastomus* presenta valori (nelle differenti campagne di pesca) compresi tra 0.97 e 0.84; per *S. canicula* si riscontrano valori dello stesso rapporto compresi tra 0.66 e 1.27. Si osservano valori compresi tra 0.55 e 0.83 per *E. spinax,* pari a 1.5 per *C. monstrosa.* In relazione alla quantità e qualità dei dati sono state elaborate delle curve taglia-maturità per le specie *G. melastomus* e *C. monstrosa*; il modello che meglio si adatta alla distribuzione dei punti è di tipo logistico: $P_{mat}=100/[1+\exp^{(a+b*lungh.)}]$ (Saila *et al.*, 1988) (Fig. 1).

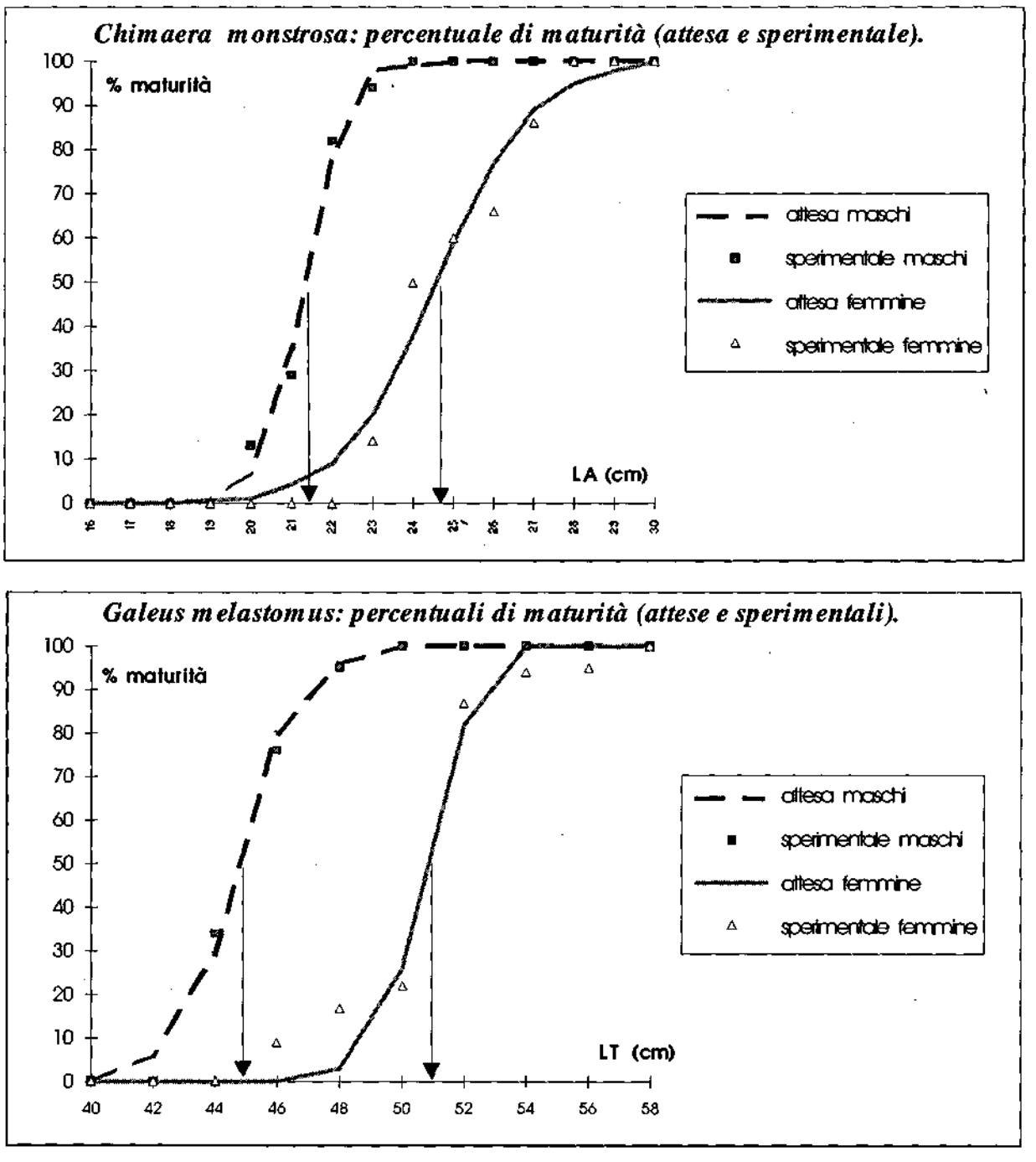


Fig. 1 - Curve logistiche relative alle taglie di maturità.
Logistic curves and maturity sizes.

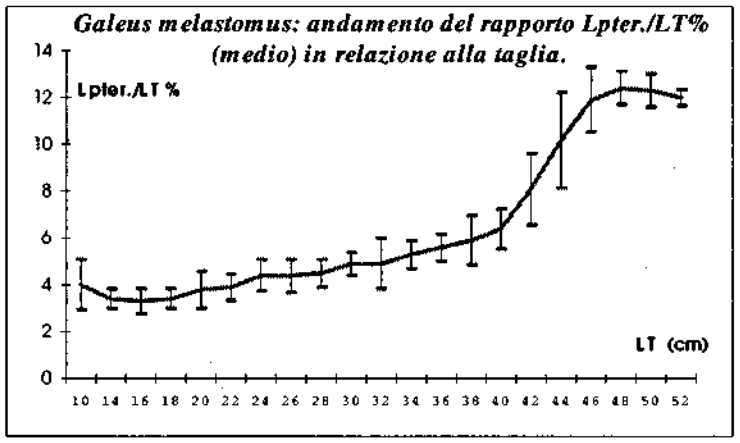
I parametri delle equazioni risultanti, ed i dati relativi alle taglie di maturità al 25%, 50%, 75%, sono esposti nella tabella 1.

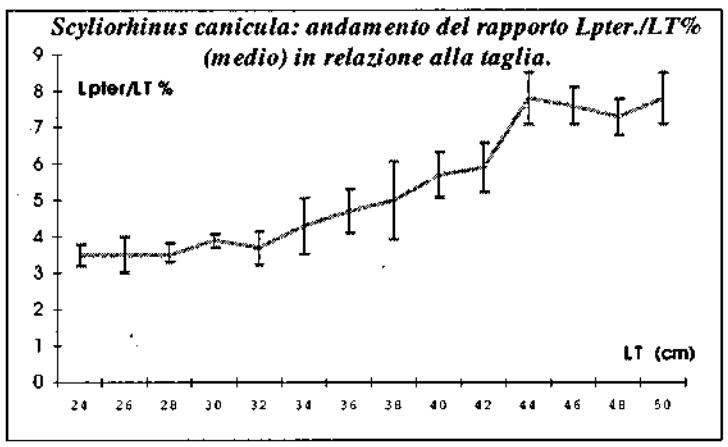
Tab. 1 - Parametri delle equazioni logistiche e taglie di maturità.

Logistic curves parameters and maturity sizes.

Specie	a	b	r	50% (cm)	25% (cm)	75% (cm)
G. *melastomus* (m)	45,06	-1,007	0,998	LT **44,8**	LT 43,6	LT 45,8
G. *melastomus* (f)	66,81	-1,31	0,99	LT **50,8**	LT 49,9	LT 51,6
C. *monstrosa* (m)	43,23	-2,02	0,997	LA **21,4**	LA 20,8	LA 21,9
C. *monstrosa* (f)	21,39	-0,87	0,98	LA **24,7**	LA 23,3	LA 26

Considerando la relazione tra la lunghezza relativa degli pterigopodi e la lunghezza somatica (LT o LA) dei maschi, si possono osservare, anche in questo caso, delle curve molto prossime al modello "logistico" (in senso generale) (Fig. 2). Più in





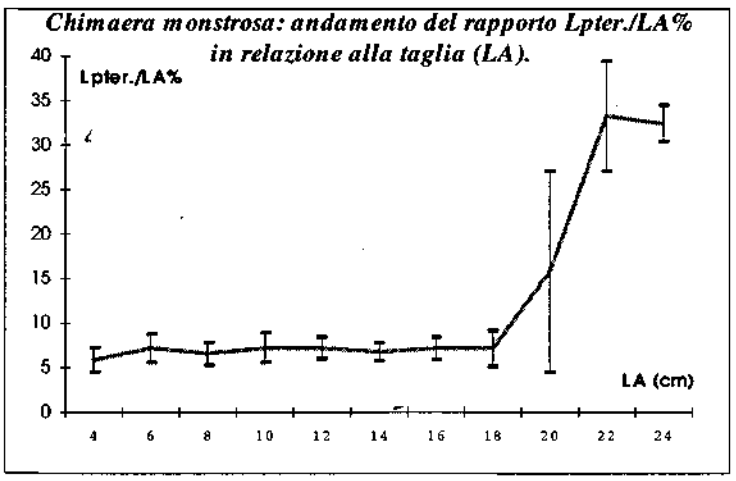


Fig. 2 - Relazione tra la lunghezza relativa degli pterigopodi e la lunghezza somatica in tre specie di pesci cartilaginei.

Relative clasper length (Lpter/LT%) - body length relationship.

particolare si può ipotizzare una maturità per i maschi di gattuccio boccanera in un intervallo di taglia (LT) compreso fra 38 cm e 44 cm, mentre per *C. monstrosa* in un intervallo di taglia (LA) compreso tra 20 cm e 23 cm. Per il gattuccio, pescato con un numero relativamente basso di esemplari, la curva presenta un incremento a partire da 40 cm (LT).

Discussione e conclusioni

I risultati ottenuti dall'analisi dei dati hanno fornito indicazioni su alcuni aspetti

riproduttivi di specie demersali del bacino Adriatico quali *G. melastomus, C. monstrosa, S. canicula.*

Per quanto riguarda il valore del rapporto sessi, il dato raccolto in riferimento al gattuccio boccanera è confrontabile con quanto riportato in letteratura (Tursi *et al.*, 1993), mentre i valori relativi alle ultime due specie probabilmente necessitano di ulteriori conferme.

Le taglie di maturità (50%) riscontrate per il gattuccio boccanera appaiono più grandi rispetto a quelle verificate in acque tunisine o ioniche (Capapè e Zaouali, 1977; Tursi *et al.*, 1993).

L'analisi della relazione tra la lunghezza degli pterigopodi rispetto a quella somatica, presupponendo che il punto di flesso di questa ultima curva descrittiva sia un indice di maturità (evidenziato anche dallo sviluppo dei testicoli), conferma, anche in questo caso, la validità della scala a tre stadi proposta da Holden e Raitt (1974) per la valutazione della maturità sessuale dei pesci cartilaginei.

Bibliografia

AA.VV. (1996) - *Valutazione delle risorse demersali nell'Adriatico meridionale dal promontorio del Gargano al Capo d'Otranto triennio 94-96.* M.R.A.A.F., Roma.

BELLO G. (in stampa) - A list of Chondrichthyans of the Adriatic Sea. *Israel Journ. of Zool.*

CAPAPE C., ZAOUALI J. (1977) - Contribution à la biologie des Scyliorhinidae des ctes tunisiennes VI: *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810. Répartition geographique et bathymétrique, sexualité, reproduction, fécondité. *Cahiers de Biologie Marine.*, **18**: 449-463.

HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries Science - Part. 2. Methods of Resource Investigation and their application. *FAO Fish. Tech. Pap*, **115**: 1-214.

SAILA S. B., RECKSIEK C. W., PRAGER M. H. (1988) - *Basic fishery science programs: a compendium of microcomputer programs and manual of operation.* Els. Science Publ. Co. New York, USA: 230 pp.

UNGARO N., MARANO G., MARSAN R. (1996a) - *Galeus melastomus* Rafinesque (Selachii, Scyliorhinidae): distribuzione e biologia sui fondi batiali del basso Adriatico. *Atti e Relazioni Accademia Pugliese delle Scienze.* **49**: 195-207.

UNGARO N., MARANO G., RIZZI E., MARZANO M. C. (1996b) - Demersal Squaliformes and Rajiformes in the South-western Adriatic Sea: Trawl-surveys 1985-94. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Suppl.): 87-96.

UNGARO N. (1996) - Ruolo dei crostacei decapodi reptanti nello spettro trofico di *Chimaera monstrosa* L. nell'Adriatico sud-occidentale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): *582-585.*

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 571-576

G. ZACCHI

Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Viale dell'Arte 16 - 00144 Roma, Italia.

ANALISI DELLE SERIE STORICHE 1980-86 E 1987-93 DELLA PRODUZIONE E DEI PREZZI MINIMI MENSILI DI TRIGLIE RILEVATI NEL MERCATO ITTICO DI CHIOGGIA

TIME SERIES ANALYSIS OF PRODUCTION AND PRICES OF RED MULLETS IN CHIOGGIA

Abstract

The Box-Jenkins method is applied for analysing nonstationary and seasonal time series of the production and market prices of red mullets in Chioggia during two different periods, the second of which (1987-93) was characterized by the closed season for trawl activity in the North Adriatic sea. Moreover, comparative statistics between the two periods are shown in order to estimate the different effects of the closed season.

Key-words: time domain analysis, nonstationary time series, auto and cross correlation functions, transfer function model and white noise.

Introduzione

L'analisi si propone di individuare modelli Arima che spieghino adeguatamente l'evoluzione di ognuna delle serie mensili dei dati di produzione [Z_t ,t=1,2,..84] e dei prezzi minimi [P_t] di triglie rilevati a Chioggia nei periodi 1980-86 e 1987-93.

Da una breve analisi dei due periodi risulta, in particolare, che la produzione Z_t raggiunge livelli massimi tra agosto '82 e gennaio '83 (Kg.241510, ossia più di un terzo delle quantità rilevate tra l'80 e l'86) tendendo poi, dal 1985, a diminuire verso i livelli piuttosto bassi degli anni 1987-93; tale periodo, interessato dal fermo estivo della pesca a strascico, presenta il massimo delle catture nell'autunno dell'88 (primo anno di fermo obbligatorio in Alto Adriatico) ed è caratterizzato da prezzi (indicati con P_t) alti e variabili tra l'inverno e l'estate, in cui nulli sono ormai i benefici del fermo, tutti concentrati in autunno alla ripresa dell'attività.

Materiali e metodi -

Sono analizzate le 84 coppie di dati mensili produzione e prezzo medio di mercato delle triglie rilevati nel mercato ittico di Chioggia in ciascuno dei due periodi considerati. L'analisi è condotta, nel dominio temporale, con il metodo di Box-Jenkins, sulle trasformate logaritmiche naturali dei dati di base Y_t=ln Z_t e W_t=ln P_t, ottimali per abbattere l'alta eteroschedasticità esistente nelle serie originarie.

Risultati

Per le serie della produzione di triglie, sono individuati, analizzando le funzioni di autocorrelazione delle serie trasformate e differenziate stagionalmente (per ottenere

stazionarietà in varianza ed in media), 2 possibili modelli, rispettivamente Arima (1,0,0) (0,1,1) (cioè ad un parametro autoregressivo AR non-stagionale e un parametro media-mobile MA stagionale), indicato con [1], ed Arima (0,1,1) (0,1,1) (a due parametri MA di cui uno stagionale e l'altro non), evidenziato con [2]). Sotto l'ipotesi che i residui (a_t) di ciascun modello siano incorrelati e distribuiti N ($0\sigma_a$) (white noise), le stime dei parametri (con il metodo di massima verosimiglianza esatta) risultano ammissibili per entrambi i modelli ed i periodi; in particolare, i modelli stimati presentano uguale precisione per la serie '80-86 ma diversità tali da far preferire il mod.[1] per il periodo 1987-'93. Le previsioni '95-97 della produzione Z_t, basate sui dati 1987-93, sono simili con entrambi i modelli, mentre quelle '87-93, utilizzate per un confronto teorico e basate sui dati della serie 1980-86, sono più realistiche con il mod.[1] (Kg.409667 di produz. teorica '87-93 in ipotesi di assenza del fermo di pesca) anziché con il mod. [2], che presenta stime '87-93 eccessivamente decrescenti. Nell'ambito di tale ipotetico confronto, le suddette previsioni mensili 1987-93 (Kg.409667) sono confrontate con le quantità rilevate nello stesso periodo, caratterizzato dal fermo estivo, ammontanti a Kg.441482 (+Kg.31815). Il livello di poco superiore del dato totale rilevato (+8%) è, tuttavia, solo dovuto al notevole incremento della produzione autunnale (successiva al fermo) settembre-novembre 1987-93 (Kg.352955 rispetto a Kg.198177 teorici previsti globalmente per lo stesso periodo nell'ipotesi di assenza del fermo di pesca); le catture reali, invece, calano considerevolmente nelle altre stagioni (Kg.88527 totali, a fronte del dato teorico di Kg.211490) come risulta anche dai confronti tra i dati rilevati nei due periodi.

Per quanto riguarda i prezzi, l'esame delle funzioni di correlazione incrociata tra le serie (filtrate con il mod.[1] o con il mod. [2]) della produzione e dei prezzi minimi rilevati nei due periodi considerati mostra valori significativi (e negativi) al solo lag 0 (prezzi, cioè, dipendenti dalla produzione conseguita nello stesso mese).

In particolare, l'utilizzo, del mod. teorico [2] (ossia Arima (0,1,1) (0,1,1)) come filtro consente di ottenere maggior precisione per i modelli a funzione di trasferimento stimati (e tutti ammissibili) per Q_t (P_t).

Significative diminuzioni di precisione dovute a persistenti correlazioni (prevalentemente a lags stagionali) tra i residui sono state, inoltre, osservate utilizzando altri modelli di analisi, compresi quelli classici di regressione. Procedendo, infine, ad un confronto puramente quantitativo tra i dati di produzione rilevati nei due periodi considerati, si nota: a) un notevole calo delle catture totali (da Kg.649634 nel 1980-86 a Kg.441482 nel 1987-93 (-32%)) concentrato, soprattutto, tra i mesi di dicembre ed agosto di ogni anno e b) una conseguente perdita economica nel 2° periodo (circa -100 milioni di lire a prezzi correnti e -900 milioni di lire a prezzi costanti 1986 per quanto riguarda i valori totali minimi).

Modelli, grafici delle serie (reali e teoriche) ed altre statistiche ottenute sono riportati, distinti per periodo, in calce al documento.

Conclusioni

Dall'analisi e dai confronti effettuati nonché dai risultati di indagini biologiche condotte in alcuni importanti porti dell'Alto Adriatico nel decennio 1980-90 e riguardanti, anche, gli effetti del fermo di pesca a strascico nei primi anni della sua applicazione, si nota la scarsa efficacia a Chioggia di tale misura ai fini sia

di un'effettiva tutela della risorsa triglie e sia di salvaguardia di una parte rilevante degli interessi economici del ceto peschereccio locale. Le stesse ricerche hanno, tuttavia, segnalato un incremento (purtroppo non quantificabile) delle vendite fuori mercato in occasione della ripresa dell'attività di pesca; tale evento potrebbe, quindi, aver minato l'attendibilità di parte dei dati utilizzati, pregiudicando le conclusioni dell'analisi che va, comunque, interpretata nell'ottica, prettamente statistica, di valorizzazione della modellistica Arima (e delle sue integrazioni metodologiche) per l'analisi delle serie dei dati sulla pesca.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, l'Icram di Chioggia e la Società Italiana di Biologia Marina che hanno favorito la realizzazione e la diffusione dell'intero lavoro.

Rappresentazioni Arima ammissibili stimate per le serie mensili esaminate

1a) Modello [1] (Arima(1,0,0)(0,1,1)) per la serie Z_t (produz. triglie; t=1,2,..84):

$$Z_{t[1980\text{-}86]} = \exp(Y_t) = \exp(Y_{t-12}+0.75*[Y_{t-1}-Y_{t-13}]-0.74*a_{t-12}+a_t)$$

$$Z_{t[1987\text{-}93]} = \exp(Y_t) = \exp(Y_{t-12}+0.50*[Y_{t-1}-Y_{t-13}]-0.96*a_{t-12}+a_t)$$

1b) Mod. a funz. di trasferimento, con filtro mod.[1], per la serie P_t (prezzi min.):

$$P_{t[1980\text{-}86]} = \exp(Q_t) = \exp(Q_{t-12} + 0.18*[W_{t-1}-W_{t-13}] - 0.67*[Z_t-Z_{t-12}] + 0.67*0.18*[Z_{t-1}-Z_{t-13}] - 0.67*a_{t-12} + a_t)$$

$$P_{t[1987\text{-}93]} = \exp(Q_t) = \exp(Q_{t-12} + 0.33*[W_{t-1}-W_{t-13}] - 0.10*[Z_t-Z_{t-12}] + 0.10*0.33*[Z_{t-1}-Z_{t-13}] - 0.80*a_{t-12} + a_t)$$

2a) Modello [2] (Arima(0,1,1)(0,1,1)) per la serie Z_t (produzione triglie):

$$Z_{t[1980\text{-}86]} = \exp(Y_{t-1}+Y_{t-12}-Y_{t-13}-0.38*a_{t-1}-0.80*a_{t-12}+0.31*a_{t-13}+a_t)$$

$$Z_{t[1987\text{-}93]} = \exp(Y_{t-1}+Y_{t-12}-Y_{t-13}-0.34*a_{t-1}-0.96*a_{t-12}+0.32*a_{t-13}+a_t)$$

2b) Modello a f. di trasferimento, con filtro mod.[2], per la serie P_t (prezzi min.):

$$P_{t[1980\text{-}86]} = \exp(Q_{t-1} + Q_{t-12} - Q_{t-13} - 0.47*(Y_t-Y_{t-1}-Y_{t-12}+Y_{t-13}) - 0.82*a_{t-12} - 0.85*a_{t-1} + 0.85*0.82*a_{t-13} + a_t)$$

$$P_{t[1987\text{-}93]} = \exp(Q_{t-1} + Q_{t-12} - Q_{t-13} - 0.14*(Y_t-Y_{t-1}-Y_{t-12}+Y_{t-13}) - 0.96*a_{t-12} - 0.91*a_{t-1} + 0.91*0.96*a_{t-13} + a_t)$$

I seguenti grafici (figure 1a, 1b, 2a, 2b) (distinti per periodo e numerati allo stesso modo dei corrispondenti modelli Arima) riportano le serie mensili reali e (in tratteggio) teoriche di Z_t e di P_t mentre la Tab. 1 (ved. pagina successiva) contiene alcune tra le principali statistiche calcolate.

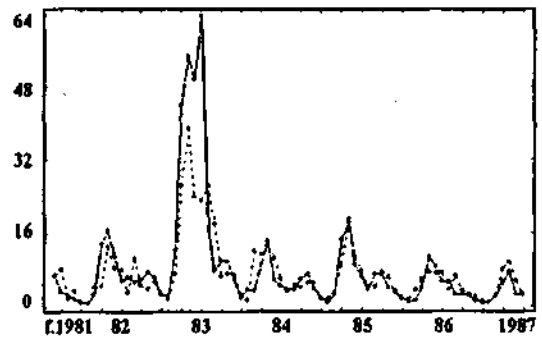


Fig. 1a-1981/87 - Z_t reali e teoriche da mod. [1]

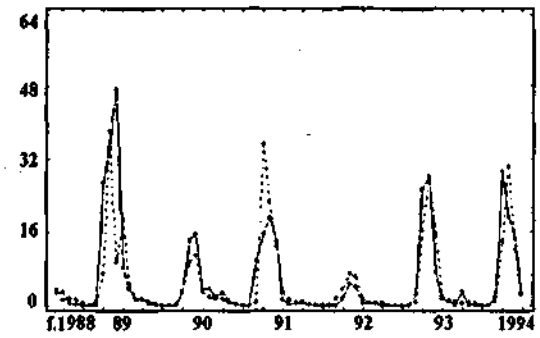


Fig. 1a-1988/93 - Z_t reali e teoriche da mod. [1]

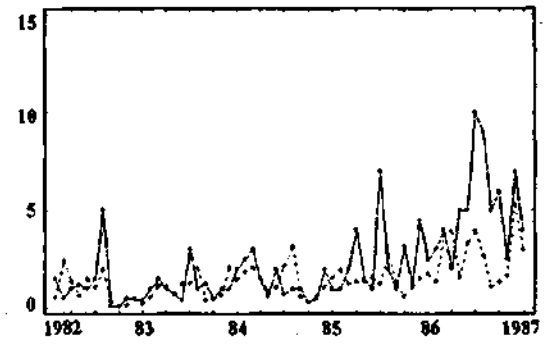


Fig. 2a-1981/86 - Z_t reali e teoriche da mod. [2]

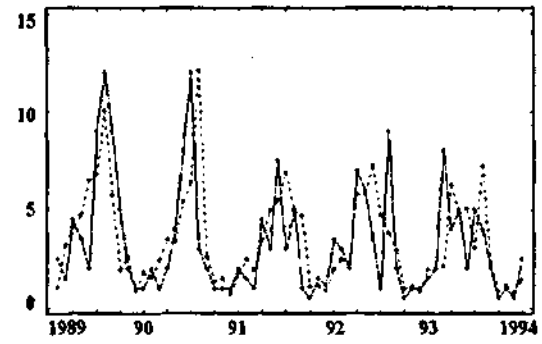


Fig. 2a-1988/93 - Z_t reali e teoriche da mod. [2]

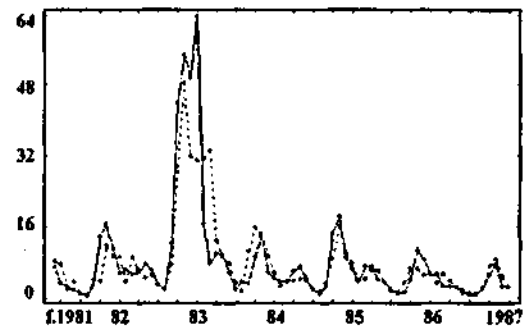


Fig. 1b-1982/86 - P_t reali e teoriche (filtro mod. [1])

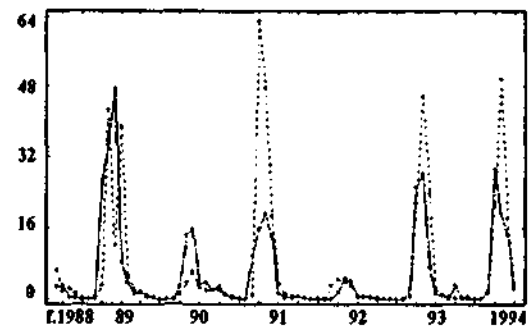


Fig. 1b-1989/93 - P_t reali e teoriche (filtro mod. [1])

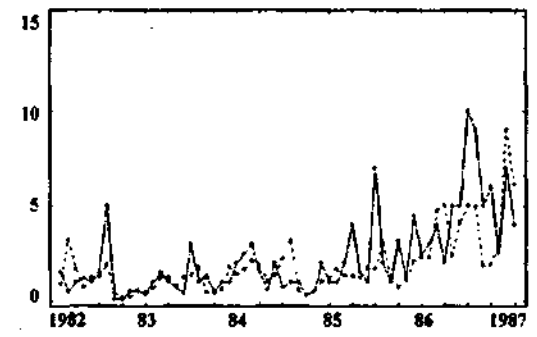


Fig. 2b-1982/86 - P_t reali e teoriche (filtro mod. [2])

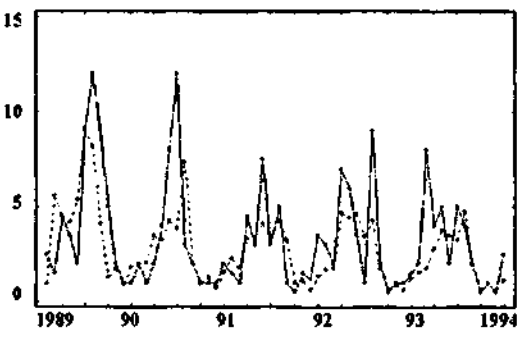


Fig. 2b-1989/93 - P_t reali e teoriche (filtro mod. [2])

Tab. 1

Statistiche ottenute (*)	**Serie Z_t (prod. triglie in Kg.)**		**Serie Y_t=ln Z_t**		**Serie P_t (prezzi min. in £./Kg.)**		**Serie W_t=ln P_t**	
	1980-86	1987-93	80-86	87-93	1980-86	1987.93	80-86	87-93
Numero di osservazioni mensili : 84								
Totale quantità rilevate anni 1987-93 (Kg)	649634	441482 (a+c)						
Q.tà totali 1987-93 ipotesi assenza fermo		409667 (b+d)						
Q.tà rilevate tra settem. e novem. '87-93		352955 (a)						
Q.tà set.-nov. 87-93 ipotesi assenza fermo		198177 (b)						
Q.tà rilevate tra dicembre e agosto '87-93		88527 (c)						
Q.tà dic.-ago. 87-93 ipotesi assenza fermo		211490 (d)						
Valore totale produzione a prezzi correnti					£. 796.595.425	£. 696.194.700		
Valore totale produzione a prezzi 1986					£ 2987.561.675	£. 2113.335.500		
Media aritmetica mensile	7733	5255	8,46	7	2141	4054	7,28	7,92
Minimo	709 (lug '81)	0 (lug'88-giu'89)	6,56	0	100 (ago-set'82)	300 (nov'88)	4,61	5,70
Massimo	63897 (dic '82)	47345 (nov'88)	11,07	10,77	10000 (giu '86)	13000 (ago'88)	9,21	9,47
Scostamento quadratico medio	11050	9042	0,93	2,2	1955	3520	0,93	0,91
Coefficiente di variazione	1,43	1,72	0,11	0,32	0,91	0,87	0,13	0,11
Rapporto max./min.	90,12	47345	1,69	10,77	100	43,33	2	1,66
Correlazione lineare produzione-prezzi	-0,33	-0,41	-0,61	-0,63	-0,33	-0,41	-0,61	-0,63
Err. st. res. ed R^2 dai modelli per Y_t e W_t :								
errore standard residuo da mod.[1]			0,485	1,27			0,77	0,65
R^2 corretto da mod.[1]			0,72	0,67			0,30	0,48
errore standard residuo da mod.[2]			0,489	1,399			0,69	0,61
R^2 corretto da mod.[2]			0,72	0,60			0,44	0,54

(*)
- quantità previste 1987-93 nell'ipotesi di assenza di fermo calcolate da mod.[1] in base ai dati 1980-86;
- i valori totali di periodo (inseriti nelle due colonne dei prezzi) sono calcolati moltiplicando le quantità per i corrispondenti prezzi minimi mensili utilizzati (correnti o costanti 1986);
- per la serie W_t, l'errore standard residuo ed il coefficiente di determinazione R^2 sono riferiti a ai rispettivi modelli a funzione di trasferimento che utilizzano come filtro o il mod.[1] o il mod.[2].

Bibliografia

PICCOLO D. (1990) - *Introduzione all'analisi delle serie storiche.* NIS.
PICCOLO D., VITALE C. (1981) - *Metodi statistici per l'analisi economica.* Il Mulino
WEI W.W.S. (1990) - *Time series analysis.* A.W.P.C.
MAKRIDAKIS S., WHEELWRIGHT S.C. (1978) - *Forecasting.* Wiley.
CNR-IRPEM (1993) - Indagine biologica sulle variazioni dei quantitativi comm.ti presso alcuni mercati ittici dell'Alto Adriatico in relazione all'attuazione del fermo temporaneo di pesca a strascico.

Ricerca finanziata dalla Direzione generale della pesca marittima (MRAAF).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 577-578

M. Cabrini, C. Salvi, S. Cok

Laboratorio di Biologia Marina, Strada Costiera 336 - 34010 Trieste, Italia.

RAPPORTI TRA LE CONDIZIONI AMBIENTALI E IL PARTICELLATO NEL GOLFO DI TRIESTE

ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND PARTICULATE MATTER IN THE GULF OF TRIESTE

Abstract

A station in the Gulf of Trieste was studied for one year to compare particulate matter with phytoplankton community. Significative correlations were found especially between the organic particulate fractions and the microalgae while no correlations were observed with salinity and temperature.

Key-words: Particulate matter, POC, PON, C/N atomic ratio, phytoplankton.

Introduzione

Allo scopo di valutare i rapporti tra le condizioni ambientali e le frazioni del particellato sospeso nel Golfo di Trieste, è stato condotto un ciclo annuale (giugno 1994 - maggio 1995) di campionamento in una stazione posta all'interno della Riserva del Parco Marino di Miramare. A tal fine sono state rilevate le variazioni del particellato sospeso totale (TSM), organico (POM) ed inorganico (ISM), il contenuto in carbonio (POC) ed azoto (PON) organici, i principali gruppi fitoplanctonici (diatomee, dinoficee ed altri) e le caratteristiche termoaline.

Materiali e metodi

Mensilmente sono stati registrati i valori di temperatura e salinità mediante una sonda multiparametrica Idronaut mod. 401 ed effettuati prelievi d'acqua in superficie, 5, 10 e 15 metri per la determinazione del particellato. TSM, POM ed ISM sono stati determinati mediante filtrazione (Fabiano *et al.*, 1984), POC e PON tramite un analizzatore elementare CHN ed il microfitoplancton, utilizzando il metodo di Utermöhl (Zingone *et al.*, 1990). Gli organismi sono stati determinati ad un microscopio rovesciato conteggiando le cellule maggiori di 20 µm presenti in 1/100 della camera di sedimentazione.

Risultati

Si osserva una marcata stratificazione termoalina della colonna d'acqua nei mesi estivi e tardo primaverili ed una omogenizzazione nei periodi più freddi. I tenori più elevati di TSM sono stati rinvenuti in settembre (2.92 mg/l) ed in aprile (2.84 mg/l). La componente organica del TSM prevale su quella inorganica nei mesi tardo primaverili ed estivi, in novembre 1994 ed in febbraio 1995. Per quantificare la preponderanza della componente detritica su quella vivente nella POM, sono stati studiati sia i contenuti di carbonio ed azoto organici sia il loro rapporto molare. I tenori di POC sono abbastanza uniformi durante tutto il periodo studiato, mentre il PON presenta dei tenori più variabili. I valori piuttosto bassi del rapporto molare

C/N (media = 5.97 ± 3.4) sottolineano la prevalenza della componente vivente su quella detritica, con l'unica eccezione del mese di gennaio.

Il popolamento fitoplanctonico è dominato generalmente dalle diatomee e le maggiori abbondanze sono state registrate nei mesi invernali e primaverili. La concentrazione più elevata si riferisce a *Skeletonema costatum* presente con 4004000 cell/l in superficie nel mese di febbraio. Le dinoficee sono sempre molto scarse e fra le altre classi microalgali l'unico dato significativo riguarda *Emiliania huxleyi* (2640000 cell/l, 0m in febbraio).

I dati di tutti i parametri rilevati sono stati suddivisi in quattro matrici corrispondenti alle quattro stagioni e sottoposti ad analisi multivariata (Burba *et al.*, 1992), che permette di evidenziare le eventuali correlazioni tra le variabili considerate.

Dall'analisi delle componenti principali (PCA) si nota che le prime due componenti rappresentano complessivamente in media quasi il 70% della varianza totale ad indicare un ottima correlazione all'interno delle variabili considerate. Le correlazioni positive più significative si rinvengono tra POM, POC, PON ed il fitoplancton nei mesi autunnali e invernali, mentre all'interno delle frazioni del particellato sospeso si osservano significative correlazioni positive in tutto il periodo studiato.

Discussione e conclusioni

Dall'analisi dei risultati si è riscontrato un andamento che in generale non si discosta dalle condizioni medie osservate negli ultimi anni nel Golfo di Trieste (Fonda Umani *et al.*, 1995). L'andamento del rapporto molare C/N, che presenta in tutto il periodo studiato valori piuttosto bassi, tipici delle comunità fitoplanctoniche (Eppley *et al.*, 1972), evidenzia la generale dominanza nel POM della frazione vivente su quella detritica. Tali andamenti concordano con le maggiori abbondanze fitoplanctoniche, rinvenute soprattutto nei mesi di dicembre 1994, febbraio ed aprile 1995, con la prevalenza delle diatomee, che predominano durante tutto l'anno. Alle significative correlazioni, evidenziate dal PCA, tra la componente organica del particellato e il fitoplancton si contrappongono le caratteristiche termoaline della colonna d'acqua che, correlate negativamente tra di loro, non mostrano generalmente correlazioni significative con le altre variabili considerate.

Bibliografia

BURBA, N., FEOLI, E., MALARODA, M., ZUCCARELLO, V. (1992) - Un Sistema Informativo per la Vegetazione. Software per l'archiviazione della vegetazione italiana e per l'elaborazione di tabelle. Manuale di utilizzo dei programmi. Gorizia, *Collana quaderni* C.E.T.A., **2**: 78pp.

EPPLEY, R. W., CARLUCCI, A. F., HOLM-HANSEN, O., KREFER, D., MCCARTEY, J., VENRICK, E., WILLIAMS, P.M. (1972) - Phytoplankton growth and composition in shipboard cultures supplied with nitrate, ammonium, or urea as the nitrogen sources. *Limnol. Oceanogr.*, **16**: 741-751.

FABIANO, M., ZAVATARELLI, M., PALMERO, S. (1984) - Observations sur la matière organique particulaire (protéines, glucines, lipides, chlorophylle) en mer Ligure. *Téthys,* **11** (2): 133-140.

FONDA UMANI, S., SUN CHENG YONG, FEOLI, E., CATALETTO, B., CABRINI, M., MILANI, L. (1995) - Is it possible to identify any plankton succession in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)? In: *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters. Proceedings of the 28th EMBS*, Crete, 1993. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark: 59-65.

ZINGONE, A., HONSELL, G., MARINO, D., MONTRESOR, M., SOCAL, G. (1990) Fitoplancton. *Nova Thalassia,* **11**: 183-198.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 579-582

P. CARTEI, M. INNAMORATI

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale
Università di Firenze, Via Micheli, 1 - 50121 Firenze, Italia.

VARIAZIONI DELLE CONDIZIONI TROFICHE NELLA LAGUNA DI ORBETELLO

VARIATION OF THE TROPHIC CONDITIONS IN THE ORBETELLO LAGOON

Abstract

Since 1976 the trophic condition in the Orbetello Lagoon had modified showing an increase in nitrogen concentration and a decrease in phosphorous concentration. Current recovery interventions seem not sufficient, so that new eutrophication phenomena could arise from particular meteorological conditions.

Key-words: eutrophication, phytoplankton, nutrients, Orbetello Lagoon.

Introduzione

Negli ultimi anni la Laguna di Orbetello ha manifestato frequenti episodi di eutrofizzazione accompagnati da morie di pesce. Vista l'importanza naturalistica ed economica della zona, nel 1993 il competente Ministero ha affidato il risanamento della Laguna ad un Commissario con pieni poteri per l'attuazione dei provvedimenti urgenti; questi sono consistiti nella progettazione ed inizio di costruzione di un grande sistema integrato di depurazione, nella raccolta della macroalghe e nel flusso forzato, a mezzo di idrovore, mare-Laguna. Il nostro studio mira a definire le attuali condizioni trofiche della Laguna ed a confrontarle con quelle degli anni precedenti agli interventi straordinari.

Materiali e metodi

Il campionamento si è svolto a partire dal 10/09/95 al 24/04/96 con cadenza quindicinale su 6 stazioni ed il 30/03/96 su 23 stazioni. Sono state eseguite misure di CTD, analisi dei nutrienti (N-NH3, N-NO2, N-NO3, N-Ntot, P-PO4, P-Ptot), della sostanza gialla (Bricaud *et al.,* 1981), dei pigmenti clorofilliani e delle cenosi, come stima della biomassa fitoplanctonica (Innamorati *et al.,* 1990). Qui vengono presentati soltanto alcuni dei risultati ottenuti.

Risultati

La Laguna presenta elevate concentrazioni sia di nutrienti che di biomassa fitoplanctonica, con variazioni sincrone nei massimi per ambedue i bacini.

In gennaio è stato rilevato un notevole incremento dei nutrienti azotati (Fig. 1), principalmente dell'azoto ammoniacale. I massimi dell'azoto nitrico e nitroso sono invece stati riscontrati nel campionamento successivo.

Il fosforo inorganico disciolto (Fig. 2) presenta un andamento diverso con due massimi: uno in ottobre ed uno in febbraio.

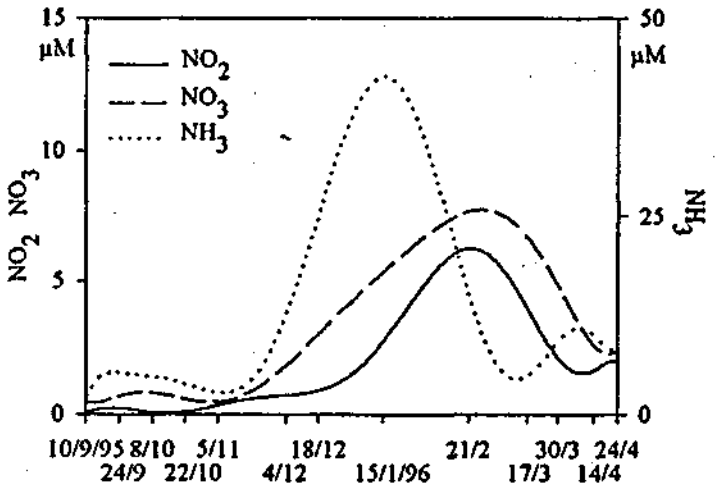


Fig. 1 - Andamenti temporali dei nutrienti azotati (media delle 6 st.).

Temporal variation of dissolved inorganic nitrogen (average of the 6 st.).

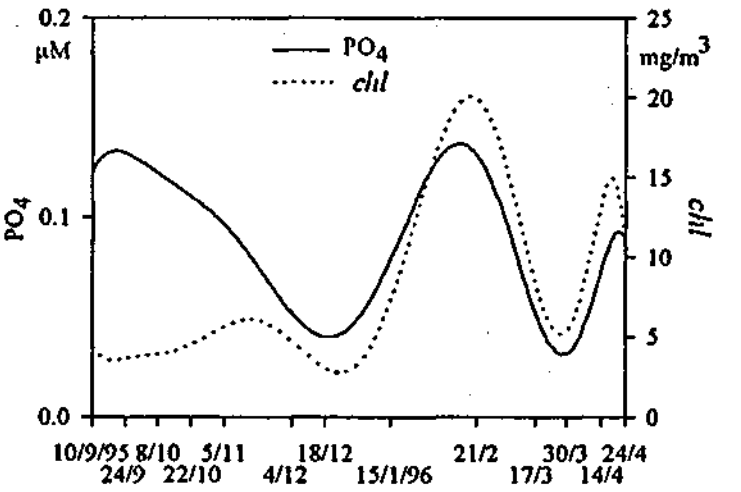


Fig. 2 - Andamenti temporali dell'ortofosfato e dei clorofeopigmenti (media delle 6 st.).

Temporal variation of ortophosphate and chlorophaeopigments (average of the 6 st.).

La biomassa fitoplanctonica, espressa in clorofeopigmenti, (Fig. 2) è sempre elevata (fra 2.5 e 20 mg/m3): sviluppa un notevole incremento a febbraio, in coincidenza dell'aumento del nitrato, nitrito e ortofosfato.

Alle precedenti abbondanti concentrazioni di fosforo inorganico (settembre-novembre) non corrisponde un aumento della biomassa: si può supporre che altri fattori limitanti abbiano influito sulla sua crescita.

Nonostante i numerosi studi fatti in quest'area, non esiste una serie temporale completa per più di un anno: i dati disponibili presentano intervalli anche notevoli fra i vari anni e non sono stati sempre rilevati tutti i principali parametri.

Sono stati quindi confrontati i nostri dati con quelli del 1976/77 (Regione Toscana, Comune di Orbetello, 1978), del 1987/88 (ENEA, 1989) e del 1988/89 (Vigliani, 1989).

Sono state considerate per questo confronto le stazioni collocate al centro delle due Lagune per gli anni 1976/77, 1988/89 e 1995/96 ed una media dei punti campionati per il 1987/88.

Gli andamenti annuali della temperatura (Fig. 3a) presentano una marcata stagionalità, con scarti molto piccoli fra i vari anni. Questa stagionalità si riscontra anche per i valori di salinità (Fig. 3b), se pure in maniera meno accentuata e con scarti più ampi.

Come in altre lagune, si osserva un generale aumento dei nutrienti azotati nel periodo invernale, mentre nel periodo primaverile-autunnale tali concentrazioni diminuiscono, sebbene vi si possano osservare oscillazioni sostanziali (Fig. 4).

Un aumento dell'azoto inorganico disciolto, nel periodo invernale, paragonabile a quello da noi riscontrato, si è avuto nel 1987/88. Alla fine degli anni 80 l'ortofosfato (Fig. 5) è notevolmente aumentato rispetto al 1976, mentre attualmente le concentrazioni sono anche minori.

Dalle ellissi fiduciarie, calcolate sulla media dei rapporti di nutrizione (Fig. 6), emerge che la Laguna ha notevolmente aumentato il rapporto N/P dal 1988/89 ad oggi, passando da circa 16 a circa 100.

Ciò è dovuto sia ad un incremento dell'azoto, sia ad una diminuzione dell'ortofosfato.

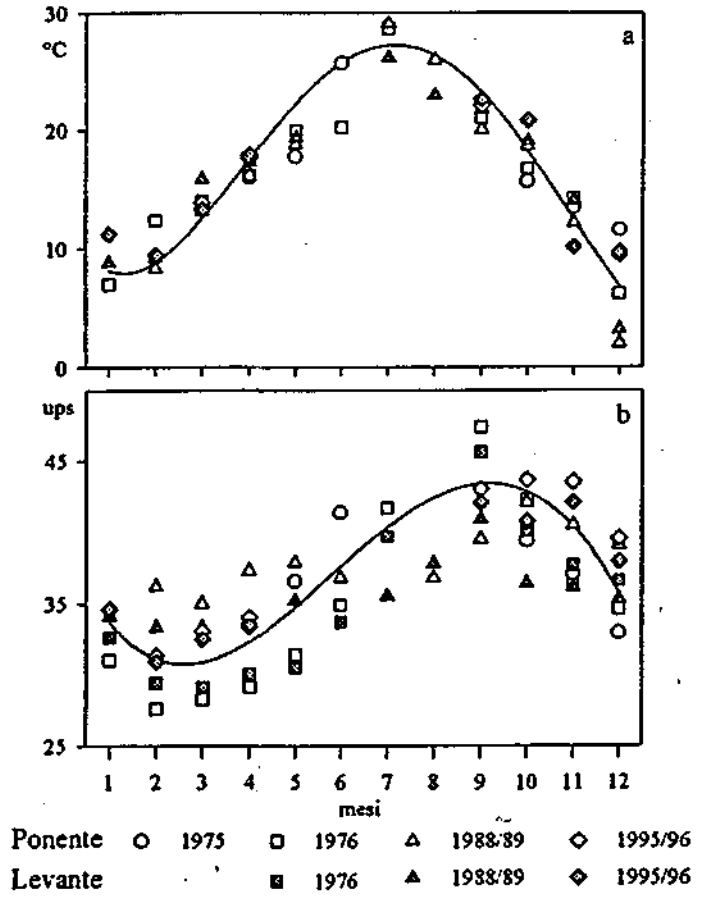


Fig. 3 - Andamento stagionale di a) temperatura e b) salinità nelle stazioni al centro dei due bacini.

Seasonal trend of a) temperature and b) salinity at the center of the two basins.

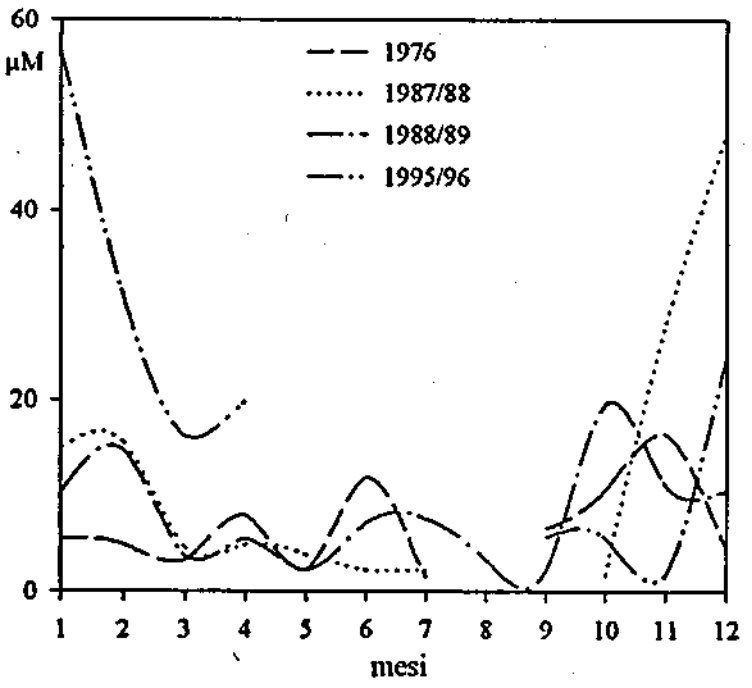


Fig. 4 - Andamento stagionale delle stazioni al centro dei due bacini dell'azoto inorganico disciolto.

Seasonal trend of dissolved inorganic nitrogen at the center of the two basins.

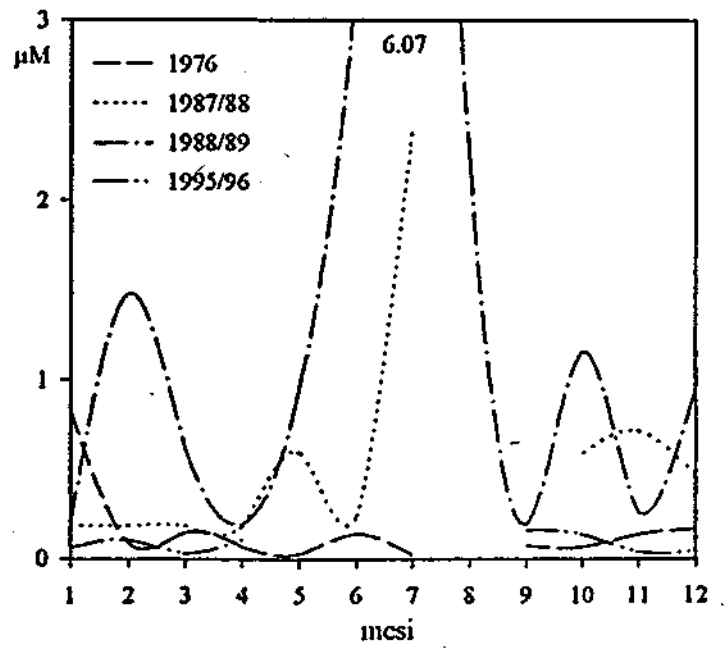


Fig. 5 - Andamento stagionale delle stazioni al centro dei due bacini dell'ortofosfato.

Seasonal trend of ortophosphate at the center of the two basins.

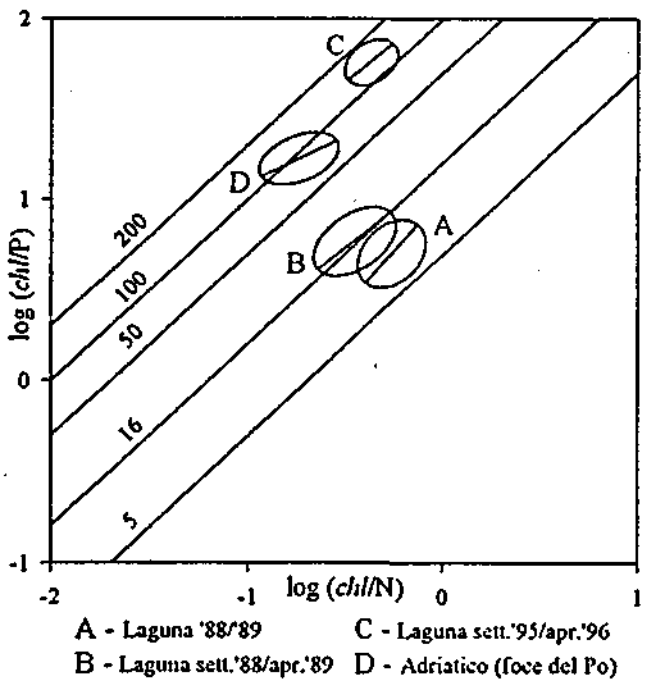


Fig. 6 - Distribuzione delle ellissi fiduciarie delle medie (P=0.05) dei rapporti tra biomassa e nutrienti.

Distribution of the confidence ellipses (P=0.05) of the means values of the biomass-nutrient ratios.

Discussione

Dal 1976 alla fine degli anni '80, le concentrazioni dei nutrienti sono notevolmente aumentate. Ad oggi risulta sensibilmente diminuita la concentrazione dell'ortofosfato, riportatosi ai livelli del 1976, ma l'azoto inorganico disciolto rimane ancora notevolmente elevato.

Questa disponibilità di nutrienti potrebbe, particolarmente nel periodo estivo e con determinate condizioni meteorologiche (calma di vento, e quindi stagnazione delle acque, e aumento della temperatura), favorire nuovi fenomeni di eutrofizzazione.

È evidente che un maggior ricambio con il mare favorirebbe l'allontanamento dei nutrienti, diminuirebbe la temperatura e la salinità nel periodo estivo, normalizzando il comportamento del sistema.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione durante le fasi di campionamento ed analisi la Dr. Chiara Melillo, la Dr. Marta De Pol ed il Sig. Mannuccio Mannucci. Si ringrazia altresì il Dr. Saverio Buzzichelli per le proficue discussioni.

Bibliografia

BRICAUD D., MOREL A., PRIEUR L. (1981) - Absorbtion by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains. *Limn. Oceanogr.*, **26**: 43-45.

ENEA (1989) - Risanamento ambientale della Laguna di Orbetello. Relazioni delle attività svolte nel 1988. RT/PAS/89/18.

INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (1990) - Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, 11-64.

REGIONE TOSCANA, COMUNE DI ORBETELLO (1978) - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle Lagune di Orbetello. A cura di Cognetti *et al.* Firenze.

VIGLIANI M.S. (1990) - Condizioni trofiche della Laguna di Orbetello negli anni 1988/89. Tesi in Scienze Biologiche, Università degli Studi di Milano.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 583-585

A. Castelli, G. Secci, G. Serra, R. Cadalanu, M. Martinelli

Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica,
Via Margherita di Savoia, 15 - 07100 Sassari, Italia.

I POLICHETI PLANCTONICI DEI MARI CIRCOSTANTI LA SARDEGNA

PLANKTONIC POLYCHAETES OF THE SEAS AROUND SARDINIA (W. MEDITERRANEAN)

Abstract

27 species of planktonic polychaetes have been found, 10 belonging to the meroplankton, and 17 to the holoplankton. Vanadis formosa, V. cristallina, *and* Tomopteris cavallii *resulted the most abundant species. Moreover we observed some specimens of* Rhynchoneerella, *not yet identified at specific level and probably belonging to species new for the Mediterranean fauna.*

Key-words: Polychaetes, Plankton, Sardinia, Mediterranean.

Introduzione

Sebbene in Mediterraneo siano stati effettuati ampi studi sulle comunità zooplanctoniche, le conoscenze sulla frazione a policheti sono piuttosto scarse, in quanto essa è generalmente considerata poco rilevante, dal punto di vista sia qualitativo, sia quantitativo (Scotto di Carlo, 1985).

Lo scopo del presente lavoro, che costituisce il primo studio specifico sui policheti plantonici dei mari circostanti la Sardegna, è quindi quello di contribuire alla conoscenza della polichetofauna planctonica dei mari italiani, in precedenza studiata tra l'altro da Caroli (1933), Terio (1947a, 1947b) e Crisafi (1964a, 1964b), e più in generale del Mediterraneo. Un ulteriore scopo è quello di analizzare la distribuzione delle specie rinvenute in modo da valutare la consistenza di questo gruppo sistematico ed eventualmente la sua importanza nell'ambito dell'intera comunità zooplanctonica.

Materiali e metodi

I campioni sono stati raccolti in 44 stazioni lungo le coste della Sardegna durante sei campagne svoltesi tra il 1988 ed il 1990. I prelievi sono stati effettuati ad una profondità massima di 100 m con una rete modello "Bongo 60", costituita di due retini con maglia di 335 mm, calata in doppio obliquo, dotata di registratore di profondità e di un flussometro. Il plancton raccolto è stato immediatamente fissato in formalina al 4% ed analizzato in laboratorio. L'identificazione degli esemplari raccolti è stata effettuata basandosi prevalentemente sui testi di Fauvel (1923), di Støp-Bowitz (1948, 1992) e, per quanto riguarda le forme larvali, di Plate e Husemann (1994).

Risultati e discussione

Sono stati complessivamente raccolti policheti appartenenti a 27 specie, 17 delle quali oloplanctoniche e 10 meroplanctoniche. La componente oloplanctonica risulta

generalmente più abbondante rispetto a quella meroplanctonica. La scarsa rilevanza quali-quantitativa dei policheti nell'ambito della comunità zooplanctonica viene nel complesso confermata, nonostante il numero delle specie raccolte (almeno per quanto riguarda l'oloplancton) sia relativamente consistente.

Il meroplancton tende ad avere un'abbondanza variabile e mostra un massimo in marzo 1989 (in corrispondenza con i periodi riproduttivi di buona parte delle specie bentoniche) ed un minimo in luglio 1990. Risulta composto prevalentemente da forme larvali di Spionidae e Poecilochaetidae (Tab. 1); la specie più abbondante è *Poecilochaetus fauchaldi;* relativamente consistente appare anche la presenza di *Laonice cirrata.*

Tab. 1 - Specie meroplanctoniche.

Meroplanktonic species.

Fam. Spionidae
Laonice cirrata (Sars)
Polydora ciliata (Johnston)

Fam. Poecilochaetidae
Poecilochaetus fauchaldi Pilato & Cantone

Fam. Phyllodocidae
Phyllodocidae n.c.

Fam. Hesionidae
Syllidia armata Quatrefages

Fam. Syllidae
Exogone sp.
Autolytus sp.
Proceraea macrophthalma Marenzeller

Fam. Nereididae
Nereis rava Ehlers

Fam. Flabelligeridae
Diplocirrus glaucus Haase

La densità dell'oloplancton tende ad essere più uniforme rispetto a quella del meroplancton. Il popolamento è composto da specie appartenenti a quasi tutte le principali famiglie di policheti oloplanctonici (Støp-Bowitz, 1992) e prevalentemente da specie appartenenti alle famiglie Alciopidae e Tomopteridae (Tab. 2), la cui frequenza di raccolta è stata comunque molto bassa; le tre specie più comuni, gli alciopidi *Vanadis formosa* e *V. cristallina* ed il tomopteride *Tomopteris cavallii* sono state rinvenute rispettivamente solo in 8, 10 e 11 stazioni durante l'insieme

Tab. 2 - Specie oloplanctoniche.

Holoplanktonic species.

Fam. Alciopidae
Khronia lepidota (Khron)
Naiades cantraini Delle Chiaje
Rhynchoneerella cf. petersi (Lang.)
Rhynchoneerella sp.
Vanadis formosa Claparède
Vanadis cristallina Greef

Fam. Lopadorrhynchidae
Lopadorrhynchus brevis Grube
Pelagobia longicirrata Greef

Fam. Iospilidae
Iospilus phalacroides Viguer
Phalacrocorus pictus Greef

Fam. Tomopteridae
Tomopteris cavalli Rosa
Tomopteris poliglandulata Terio
Tomopteris sp.1
Tomopteris sp.2
Tomopteris sp.3

Fam. Typhloscolecidae
Sagitella kowalewsky Wagner
Typhloscolex muelleri (Busch)

delle sei campagne svoltesi dal 1988 al 1990. Per nessuna di esse si evidenzia una chiara preferenza per aree, o stagioni; *T. cavallii* e *V. cristallina*, tuttavia, appaiono più comuni in estate ed in autunno; *V. formosa* tende ad essere più abbondante in primavera nelle stazioni meridionali.

Alcune delle specie raccolte come ad esempio *Vanadis formosa, V. cristallina, Lopadorrhynchus brevis, Iospilus phalacroides, Phalacrophorus pictus, Tomopteris cavallii, Sagitella kowalewskyi* e *Typhloscolex muelleri,* sono elementi noti per tutto il Mediterraneo. Sono stati rinvenuti inoltre esemplari non ancora identificati con certezza; alcuni di essi probabilmente appartenengono a specie finora non ancora rinvenute nei mari italiani o nel Mediterraneo o a specie non ancora descritte. Alcuni esemplari attribuiti al genere *Rhynchoneerell*a ad esempio, presentano caratteristiche morfologiche che non corrispondono a quelle di *R. gracilis,* unica specie di tale genere finora segnalata nell'area in esame; essi presentano infatti setole composte che mancano in *R. gracilis.* Si tratta di individui appartenenti probabilmente a due diverse specie: alcuni di essi sono stati raccolti nella zona delle Bocche di Bonifacio e nel Golfo di Orosei e sono stati identificati in maniera preliminare come *R.* cfr. *petersi* (specie atlantica solo raramente segnalata in Mediterraneo) (Fauvel, 1923; Day, 1967); altri sono stati raccolti nel Golfo dell'Asinara e, finora è stato possibile identificarli solo a livello di genere (sono indicati in Tab. 2 come *Rhynchoneerella* sp.).

Bibliografia

CAROLI A. (1933) - Nuovi Tomopteridi del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **12**: 372-384.

CRISAFI P. (1964a) - I Policheti dello Stretto di Messina. Nota 1. Osservazioni su *Vanadis cristallina* Greef (Annelida Polychaeta). *Atti Soc. Pelor. Sci. Fis. Mat. Nat.*, **10**: 171-187.

CRISAFI P. (1964b) - I Policheti dello Stretto di Messina. Nota 2. Osservazioni su *Torrea candida* Delle Chiaje e *Alciopa cantraini* Delle Chiaje (Annelida Polychaeta). *Atti Soc. Pelor. Sci. Fis. Mat. Nat.*, **10**: 188-198.

DAY J.H. (1967) - A monograph on the polychaeta of Southern Africa. Part I. Errantia. *Trust. Brit. Mus.* (Nat. Hist.), **656**: 1-458.

FAUVEL P. (1923) - Polychètes errantes. Faune Fr., **5**: 1-488.

PLATE S., HUSEMANN E., (1994) - Identification guide to the planktonic polychaete larvae around the island of Helgoland (German Bight). *Helg. Meeresunter.*, **48**: 1-58.

SCOTTO DI CARLO B. (1985). Appunti sullo zooplancton del Mediterraneo. *Nova Thalassia*, **7** (suppl 3): 83-97.

STØP-BOWITZ C. (1948) - Polychaeta from the "Michael Sars" North Atlantic deep-sea expedition 1910. Rep. Scient. Results Michael Sars N. Atlant. deep sea Exped., **5**: 1-91.

STØP-BOWITZ C. (1992) - Polychètes pélagiques des campagnes de "l'Ombango" dans les eaux équatoriales et tropicales ouest-africaines. ORSTOM, Paris: 114 pp.

TERIO B. (1947a) - Tomopteridi noti e loro distribuzione geografica. (Note sui Tomopteridi presenti nelle acque di Taranto e di Rovigno). *Arch. Zool. Ital.*, **31**: 327-372.

TERIO B. (1947b) - Nuovi Tomopteridi raccolti nella crociera di Mario Bianco. *Arch. Zool. Ital.*, **32**: 1-18.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 586-590

O. Cattani, M. Monari, G. Vitali, A. Ghetti*, G. Montanari*,
A. Rinaldi*, C. Pagnucco, M.G. Corni**

Dipartimento di Biochimica, Sez. Biochimica Veterinaria, Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia, (BO), Italia.
* Unità Operativa Daphne II Regione Emilia Romagna, Cesenatico (FO), Italia.
** Dipartimento di Biologia E. S., Università di Bologna, Italia.

VARIAZIONI DELLA BIOMASSA E DELLA COMPOSIZIONE BIOCHIMICA DEL MESOZOOPLANCTON DI UN'AREA COSTIERA DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

VARIATIONS OF BIOMASS AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF MESOZOOPLANKTON FROM A NORTHERN ADRIATIC COASTAL AREA

Abstract

In this paper biomass, sistematic and biochemical composition of mesozooplankton samples, collected in a station at 15 km off Cesenatico (Northern Adriatic Sea), were evaluated. Cladocerans and copepods were the codominant groups. Biochemical data showed a clear seasonal trend. Relationships between obtained results and chlorophyll "a" were discussed.

Key-words: mesozooplankton, biochemical composition, chlorophyll "a".

Introduzione

Nell'alto Adriatico, bacino con peculiari caratteristiche e soggetto già dagli anni '70 a intensi fenomeni eutrofici, è stata attivamente studiata l'influenza dei fattori chimico-fisici sulla produttività del fitoplancton, mentre non si conosce molto sul ruolo dello zooplancton nel controllo della produzione primaria. Nel corso delle indagini portate avanti da diversi anni su questi aspetti, sono stati studiati alcuni parametri relativi allo zooplancton da rete, per chiarire dal punto di vista quantitativo e qualitativo il ruolo dello stesso nell'ecosistema pelagico.

Materiali e metodi

I prelievi sono stati effettuati in una stazione fissa a 15 km al largo di Cesenatico con l'ausilio della M/N Daphne utilizzando 2 retini di tipo Apstein (diametro di 50 cm, vuoto di maglia di 250 mm) trainati in coppia ai lati della barca. Per la misurazione dell'acqua filtrata ci si è serviti di flussimetri digitali (Hydro Bios) posti alla bocca dei retini. Il materiale campionato è stato suddiviso in subcampioni utilizzati per determinazioni quali-quantitative e biochimiche. I parametri idrologici ed i valori di clorofilla "a" sono stati rilevati con le apparecchiature automatiche di bordo. Parallelamente alle consuete misure di biomassa, sono stati determinati anche alcuni componenti biochimici: le proteine con il metodo di Lowry *et al.* (1951); i lipidi secondo Folch *et al.* (1957); glicogeno e glucosio con metodiche enzimatiche standard (Bergmeyer, 1974). Tali composti biochimici possono essere considerati importanti riserve energetiche nonché indici di biomassa. Inoltre è stato determinato il contenuto di chitina (Båmstedt, 1974), principale componente dell'esoscheletro dei crostacei. Le indagini si sono svolte nell'arco di tempo compreso

fra il 11/10/91 e il 13/08/93. Le analisi di proteine e lipidi sono state eseguite in doppio, mentre quelle relative a glicogeno, glucosio e chitina sono state ripetute tre volte.

Risultati

Cladoceri e Copepodi sono risultati i gruppi codominanti mentre gli altri organismi oloplanctonici e la componente meroplanctonica (larve) presenta una densità molto minore anche se significativa (Tab. 1).

I valori di clorofilla "a" (Tab. 2) variano da 0,40 a 7,30 mg/m^3. La biomassa (valori compresi fra 0,26 e 50,83 mg/m^3 p.s.) mostra ampie variazioni stagionali con massimi estivo-autunnali (Tab. 2). Per quanto riguarda i componenti biochimici (Tab. 2) le proteine si collocano in un range compreso tra 25,86 e 77,95% p.s.; il glicogeno, principale riserva glucidica, varia da 0,85 a 6,44% p.s., i lipidi totali mostrano valori compresi tra 5,4 e 11,9% p.s.

Tab. 1 - Composizione tassonomica percentuale di campioni di mesozooplancton di una stazione fissa al largo di Cesenatico dall'ottobre '91 all'agosto '93.

Taxonomic percentual composition of mesozooplankton sampled off Cesenatico from october '91 to august '93.

Mese	Celenter. n° %	Cladoceri n° %	Copepodi n° %	Chetogna. n° %	Tunicati n° %	Larve n° %	Ittiopl. n° %
X (1991)	0	60,76	19,27	0,34	18,60	0,98	0,09
XI	0	5,81	74,77	0,48	0	9,22	0,48
XII	1,53	0	93,64	2,14	0	1,00	0,79
III (1992)	0,29	2,73	55,42	0,14	6,64	5,14	0,50
IV	0	11,20	60,90	0,10	7,19	19,73	0,42
V	0,06	30,23	62,84	0,07	3,66	2,12	0,91
VI	0,02	10,77	78,40	0,45	4,59	1,28	4,39
VII	0,66	80,53	8,42	1,36	1,99	3,16	3,61
VIII	0,84	86,05	7,85	0,57	3,69	0,58	0,25
IX	3,11	72,05	14,80	3,60	5,33	0,50	0,30
XI	3,00	15,60	43,50	1,50	27,70	4,40	0,80
XII	0,65	0,50	81,20	0,20	0	15,30	0,20
I (1993)	0	0	95,86	0,46	0	3,69	0
III	0	2,63	94,93	0,23	0,61	1,23	0,39
IV	0	53,21	25,11	0	12,21	2,11	7,38
VI	1,78	1,54	92,25	0	1,78	2,08	0,43
VII	0,32	59,36	16,31	8,07	9,62	3,82	2,07
VIII	3,03	46,07	25,25	4,24	17,78	2,22	1,02

I livelli di glucosio libero rappresentano una piccola frazione del peso secco totale (0.016-0,45% p.s.). La chitina ha valori oscillanti tra 1,59 e 7,77% p.s.

Discussione e conclusioni

Le osservazioni sulla composizione sistematica del mesozooplancton dell'area studiata sono in accordo con quelle rilevate per l'Adriatico del nord da vari autori (Varagnolo e Monte, 1967; Fossato, 1971; Cattani *et al.*, 1980). Copepodi e Cladoceri costituiscono la frazione dominante con una percentuale variante a seconda della

stagione da circa il 60 al 95% del totale (Tab. 1). E' stata inoltre rilevata una stretta correlazione della densità di questi organismi oloplanctonici con la temperatura: diretta per i Cladoceri (r^2 = 0,792) inversa per i Copepodi (r^2 = -0,782). L'incidenza percentuale degli organismi del meroplancton è bassa, ma la loro presenza nei saggi è costante per l'intero periodo campionato.

La biomassa (mg/m3) presenta valori medi tipici per l'Adriatico settentrionale (Benovic *et al.*, 1984). I pur elevati livelli risultano in diminuzione rispetto ai quelli trovati precedentemente per la stessa area. Tale calo è da mettere in relazione con la tendenza di questi ultimi anni ad un'attenuazione della trofia e della produzione primaria dell'area considerata, testimoniata dalla diminuzione delle concentrazioni dei sali nutritivi e della clorofilla "a" (Rinaldi *et al.*, 1995). La biomassa come percentuale di peso fresco, mostra un andamento stagionale sufficientemente definito, con i valori massimi in autunno ed in inverno. I livelli decrescono nella tarda primavera e permangono bassi in estate (Tab. 2). Pur non essendo state rilevate correlazioni significative, i contenuti maggiori di biomassa si raggruppano nei mesi che mostrano anche le più alte concentrazioni di clorofilla "a". È pertanto logico pensare che in periodi di abbondante nutrimento vi sia un accumulo di riserve ed un aumento del peso degli organismi. D'altra parte è possibile che, avendo considerato popolazioni miste di zooplancton, i valori più alti di biomassa siano legati alla presenza di determinati gruppi zooplanctonici. Nella presente ricerca i massimi relativi di biomassa corrispondono ai picchi di densità dei Copepodi. Similmente Franco *et al.*, (1971) osservò che livelli molto alti di biomassa erano strettamente correlati all'abbondanza dei Copepodi.

La frazione maggiore dei componenti biochimici è rappresentata dalle proteine i cui livelli (25,86-77,95% p.s.) sono comparabili a quelli riportati in letteratura

Tab. 2 - Valori della clorofilla "a", della biomassa e dei principali composti biochimici in mesozooplancton prelevato in una stazione fissa al largo di Cesenatico dall'ottobre '91 all'agosto '93.

Chlorophyll "a", biomass and main biochemical compounds values of mesozooplankton collected in a station off Cesenatico from october '91 to august '93.

Data	Chl. "a" mg/mc	P. secco %p.f.	P. secco mg/mc	Ceneri % p.s.	Proteine % p.s.	Lipid.tot % p.s.	Glicogeno. % p.s.	Glicogeno. D.S.	Chitina % p.s.	Chitina D.S.
X(1991)	2,80	7,60	26,67	17,29	48,03	5,40	3,74	0,52	7,77	2,42
XI	1,80	15,49	50,83	7,93	66,93	9,30	0,85	0,16	4,33	1,25
XII	5,20	18,09	6,15	7,90	64,04	9,00	1,73	0,17	3,40	0,14
III(1992)	7,30	12,27	0,26	7,50	77,95	10,50	5,33	_	3,92	_
IV	5,50	14,87	5,69	11,51	60,70	10,50	3,17	0,44	3,84	_
V	5,30	16,29	6,51	7,54	61,40	11,90	2,90	0,21	6,39	0,88
VI	3,70	15,29	15,02	12,68	52,58	8,60	2,39	0,44	5,34	_
VII	0,40	7,54	17,57	16,29	61,00	8,40	3,82	0,01	7,03	_
VIII	1,70	7,94	9,18	17,63	40,29	6,20	5,57	1,13	3,53	2,52
IX	3,20	7,23	30,34	18,97	41,49	6,60	6,44	2,10	6,50	1,94
XI	5,40	5,03	19,42	30,68	25,86		4,64	0,46	1,59	0,86
XII	3,50	15,23	8,86	15,57	48,62	6,70	1,26	0,10	6,03	1,53
I (1993)	6,10	18,23	5,51	7,99	64,51		2,07	0,17	4,68	0,23
III	3,40	15,00	13,45	7,81	58,36		5,09	0,85	4,89	0,71
IV	4,00	7,49	2,56	9,54	49,4		5,58	0,30	3,00	0,60
VI	2,15	18,6	13,61	9,06	58,64		1,66	0,03	4,28	0,19
VII	0,62	10,97	7,63	12,24	49,25		2,93	0,13	6,17	1,08
VIII	1,12	9,37	9,21	25,61	48,06		3,63	0,41	4,38	0,32

(Raymont, 1963). Relativamente all'Alto Adriatico, Fossato (1971) riporta valori che variano in un range più ristretto (57,67-69,94% p.s.) con i valori massimi più bassi e quelli minimi più alti di quelli da noi rilevati. Occorre tuttavia osservare che il valore di proteine più basso (25,86% p.s.) riscontrato in questa ricerca corrisponde ad un campione caratterizzato da una notevole componente inorganica, che influisce fortemente sulla biomassa (Tab. 2). Tuttavia le variazioni del contenuto di proteine sono sufficientemente ampie da determinare un trend simile a quello della biomassa (alti livelli in autunno-inverno, calo dalla tarda primavera all'estate). Per interpretare tali variazioni, pur con molta cautela, si può suggerire che la diminuzione sia dovuta al consumo delle proteine a scopo energetico in periodi di intensa attività metabolica. Reeve *et al.,* (1970) hanno dimostrato che *Sagitta hispida,* sottoposta a digiuno sperimentale, perde ogni giorno il 4% del peso secco, di cui il 50% è dato da proteine. Altri autori (Raymont, 1963) che hanno studiato la composizione biochimica di organismi zooplanctonici di varie latitudini, suggeriscono che una ampia varietà di zooplanctonti può utilizzare proteine a scopo energetico. In particolare le specie di acque temperate, che presentano un limitato accumulo di lipidi, sarebbero capaci di consumare rapidamente proteine.

I lipidi mostrano valori tipici per lo zooplancton di mari temperati. Sebbene i dati siano incompleti, è riconoscibile un trend stagionale simile a quello delle proteine (Tab. 2). Le variazioni sono anche in questo caso attribuibili all'uso a scopo energetico e per la maturazione delle gonadi. Per quanto riguarda la componente glucidica, nella presente ricerca sono stati determinati unicamente glucosio, che presenta valori molto bassi, e glicogeno. Quest'ultimo, come riserva glucidica degli animali, riveste un notevole significato metabolico. Il confronto con i dati della letteratura risulta difficile per la diversità delle metodiche utilizzate (metodo enzimatico rispetto ad uno chimico). In generale i nostri dati (Tab. 2) sono più alti di quelli quotati in letteratura. Tuttavia alcuni autori riportano contenuti di glucidi confrontabili o più alti dei nostri. Vinogradova (1960) trova in *Euphausia superba* dal 6 al 28% p.s. Fossato (1971) riporta, in popolazioni miste di zooplancton, valori di glucidi dall'1,15 al 6,6% p.s., ritenendo tuttavia i valori più alti falsati dalla presenza di fitoplancton nei campioni. Infine per quanto riguarda la chitina le concentrazioni si dispongono nello stesso ordine di grandezza di quelle citate in letteratura. Le variazioni sono ampie per tutto il periodo studiato (Tab. 2) e difficilmente interpretabili. Non si sono rilevate correlazioni con nessuno dei gruppi tassonomici considerati.

Bibliografia

BÄMSTEDT U. (1974) - Biochemical studies on the deep-water pelagic communiity of Korsfjorden, western Norway. Methodology and sampling design. *Sarsia,* **56**: 71-86.

BENOVIC A., FONDA UMANI S, MALEJ A., SPECCHI M. (1984) - Net-zooplankton biomass of the Adriatic Sea. *Mar. Biol.,* **79**: 209-218.

BERGMEYER H.U.(1974). *Methods of enzymatic analisis,* Academic Press N.Y.

CATTANI O., CORNI M.G., CRISETIG G., SERRAZANETTI G.P. (1980) - Chlorinated hydrocarbons residues in zooplankton from the Northern Adriatic Sea. *Ves journées Etud. Pollutions.* C.I.E.S.M., Cagliari, 353-360.

FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H.(1957) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. biol. Chem.,* **226**: 497-509.

FOSSATO V.U. (1971). Studies on the chemical composition of the zooplancton collected in the Gulf of Venice. *Archo Oceanogr, Limnol.,* **17**: 19-26.

FRANCO P., VOLTOLINA D., COMASCHI A.(1971). Biomassa zooplanctonica nella Laguna di Venezia. I Giugno 1960- Giugno 1961. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti,* **130**: 1-15.

LOWRY O.H.,.ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL J.(1951) - Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. biol. Chem.*, **193**: 265-275.

RAYMONT J.E.G. (1963) - *Plankton and Productivity in the oceans.* Volume 2- Zooplancton. Pergamon Press New York.

REEVE M.R., RAYMONT J.E.G., RAYMONT J.K.B. (1970) - Seasonal biochemical composition and energy sources of *Sagitta hispida. Mar. Biol.* **6**: 357-364.

RINALDI A.,.FERRARI C., GHETTI A., MONTANARI G. (1995) - Atti del Convegno di Marina di Ravenna settembre '95:"Evoluzione della trofia delle acque del Nord Adriatico", in stampa.

VARAGNOLO A.M., MONTE G. (1967a) - Prime osservazioni sulla composizione e distribuzione dello zooplancton nell'Alto Adriatico nell'estate e nell'autunno 1965. *Archo Oceanogr, Limnol.*, **15** (suppl.), 63-66.

VINOGRADOVA Z.A. (1960) in RAYMONT J.E.G. (1963) - *Plankton and Productivity in the oceans.* Volume **2** - Zooplancton. Pergamon Press New York.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 591-593

P. De Ruggieri, A. Vlora, A.M. Pastorelli, G. Marano

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 -Bari, Italia.

THUNNUS ALALUNGA (OSTEICHTHYES, SCOMBRIDAE): RITROVAMENTO DI LARVE NELL'ADRIATICO MERIDIONALE

THUNNUS ALALUNGA (OSTEICHTHYES, SCOMBRIDAE): FINDING OF LARVAE IN THE SOUTH ADRIATIC SEA

Abstract

The finding of larvae of albacore in the South Adriatic Sea confirms that this sea is a spawning area for that fish.

Key-word: albacore, South Adriatic Sea.

Introduzione

La riproduzione in Adriatico di alcune specie di tunnidi è ormai accertata dal ritrovamento sia di uova che di larve. Tuttavia, ancor oggi le notizie riguardanti *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) nel Basso Adriatico sono piuttosto limitate (Duclerc *et al.*, 1973). Con tali premesse, ci è sembrato opportuno realizzare una campagna di ricerca volta al ritrovamento ed alla identificazione delle larve di "grandi pelagici" con particolare attenzione nei confronti dell'alalunga, essendo la specie maggiormente pescata dalle marinerie pugliesi (De Metrio *et al.*, 1994; Marano *et al.*, 1996). L'area d'indagine è quella compresa tra il promontorio del Gargano (Vieste) e Capo d'Otranto.

Materiali e metodi

La raccolta di campioni di ittioplancton è stata eseguita in due periodi distinti: il primo all'inizio dell'estate (dal 27 giugno al 29 luglio), il secondo, più breve, all'inizio dell'autunno (dal 2 al 5 ottobre), per verificare l'eventuale persistente presenza di larve di alalunga e stimare i tempi di riproduzione.

Entrambe le campagne sono state effettuate con prelievi diurni ad una velocità media di circa 1 nodo, utilizzando un retino da plancton modello Bongo-Net 60 con apertura delle maglie di 500 e 335 μ, trainato in doppio obliquo. In totale, nelle due campagne, sono stati realizzati 66 campionamenti, ciascuno della durata di 30 minuti e con un volume medio di acqua filtrata di 300 m^3. Ogni campione, fissato a bordo in formalina al 4%, è stato in seguito esaminato in laboratorio. Per l'identificazione delle larve si è seguita la chiave di determinazione di Duclerc *et al.* (1973).

Risultati

Nella figura 1 sono riportate le diverse stazioni di campionamento e come si può osservare le larve di tunnidi sono state rinvenute solo in 6 stazioni ed in numero esiguo(solo 18), nonostante il periodo prescelto fosse quello maggiormente favorevole e coincidente con quello riproduttivo (Scaccini, 1968). Delle 18 larve

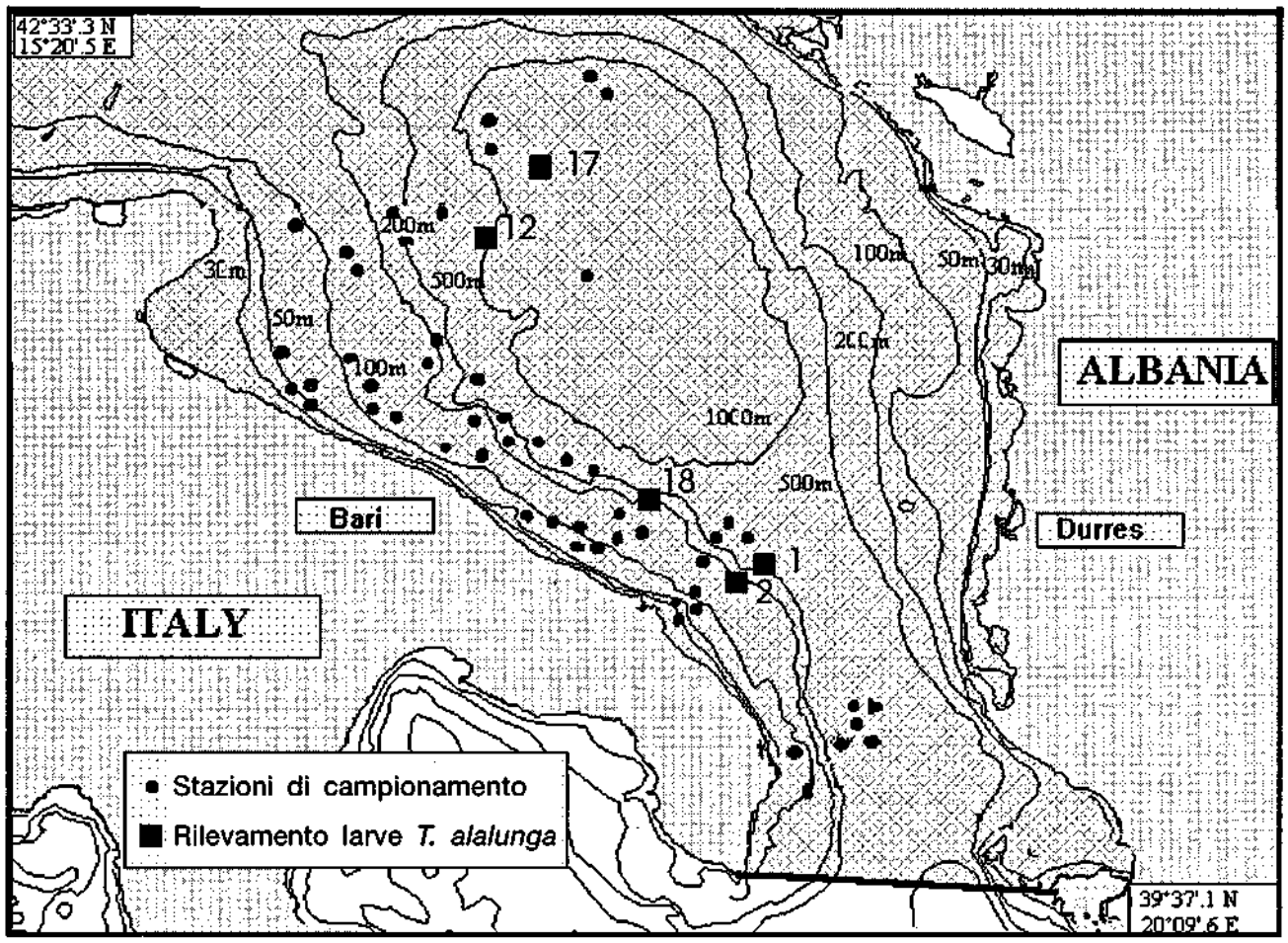


Fig. 1 - Area di indagine e stazioni di campionamento.
Investigated area and sampling stations.

di tunnidi identificate, 11 sono state attribuite a *T. alalunga*, 4 a *T. thynnus* e 3 ad *A. rochei*, tutte raccolte in prelievi eseguiti tra il 27 giugno e il 6 luglio (Tab. 1). Solo in una stazione di campionamento, al largo di Vieste, sono state trovate tutte tre le specie citate. La presenza di larve di *T. alalunga* è stata registrata in cinque stazioni, due a largo di Vieste, una nei pressi di Monopoli, due nelle

Tab. 1 - Numero di larve ritrovate per specie e stazioni.
Finding larvae by species and sampling points.

Data 1995	Stazione n°	Larve tunnidi *T. alalunga* n°	*T. thynnus* n°	*A. rochei* n°
27 giugno	1	2		
28 giugno	2	2		
3 luglio	7			1
5 luglio	12	3	1	2
6 luglio	17	2		
6 luglio	18	2	3	

aree prospicienti il litorale brindisino, a conferma di come tutto l'Adriatico meridionale possa essere considerato areale riproduttivo. L'assenza completa di larve nei prelievi autunnali (Tab.1), unitamente alla cattura di esemplari adulti con basso indice gonado-somatico (De Metrio, 1988), dimostra l'arco temporale estivo della riproduzione.

Conclusioni

Il ritrovamento di larve di alalunga, già a fine giugno nell'Adriatico pugliese, conferma che il periodo riproduttivo di questo tunnide è diversificato nel bacino del Mediterraneo in accordo con quanto riportato in bibliografia (Sella, 1924; Scaccini, 1968). Ulteriori indagini da condurre nel periodo primaverile potranno contribuire a completare la ricerca.

Ringraziamenti

Un ringraziamento alla Dott.ssa G. Piccinetti Manfrin per il prezioso contributo fornitoci nel riconoscimento delle larve.

Bibliografia

DE METRIO G. a cura di (1988) - Valutazione sull'entità, la composizione strutturale e la dinamica biologica degli stock dei grandi scombroidei (*Thunnus Thynnus* L., *Thunnus alalunga* Bonn., *Xiphias gladius* L.) nel Golfo di Taranto. Relazione sull'indagine condotta nel biennio 1987-1988. *Min. Mar. Merc.*

DE METRIO G., MEGALOFONOU P., MARANO G., BELLO G., DE ZIO V., ROSITANI L., VLORA A. (1994) - Observations of a ten-years period on the biology and fishery of albacore, *Thunnus alalunga* (Bonn., 1978), carried out in the North Ionian and South Adriatic seas. *FAO Fish. Rep.*, **533** (Supp.)

DUCLERC J., SACCHI J., PICCINETTI C., PICCINETTI-MANFRIN G., DI CENTA A., BARROIS J.M. (1973) - Nouvelles données sur la reproduction du thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) et d'autres espèces de thonidés en Méditerranée. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **37** (2): 163-176.

MARANO G., BELLO G., DE ZIO V., ROSITANI L., VLORA A. (1996) - Aspetti biologici di *Thunnus alalunga* nell'Adriatico meridionale (Osteichthyes: scombridae). *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 330-336.

SCACCINI A. (1968) - Studio dei caratteri differenziali dei primi stadi in alcune specie di tunnidi. *Arc. Zool. Ital.*, **51**: 1053-1061.

SELLA M. (1924) - Caratteri differenziali dei giovani stadi di *Orcynus thynnus* Ltkn., *O. alalonga* Risso, *Auxix bisus* Bp. *Rend Atti Acc. Lincei*, **33**: 300-309.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 594-596

A. MIGLIETTA, G. BELMONTE, L. HASANI*

Dipartimento di Biologia dell'Università, Via Prov.le per Monteroni, - 73100 Lecce, Italia.
*Faculty of Sciences, University of Gjirokaster, Albania.

STADI DI RESISTENZA DI ORGANISMI PLANCTONICI PRESENTI NEI SEDIMENTI DEL LAGO COSTIERO DI BUTRINTO (ALBANIA MERIDIONALE)

RESTING STAGES IN BOTTOM MUDS OF THE BUTRINTO LAKE (ALBANIA)

Abstract

A first evaluation of the cyst bank in the sediments of the Butrinto lake was carried out. Of the 42 reported morphotypes, 27 were considered as protistan cysts, and 15 as metazoan resting eggs.

Key-words: marine seed bank, resting stages, plankton.

Introduzione

Il lago di Butrinto si estende per circa 16 Km^2 nella porzione più meridionale della costa albanese, e comunica col mare mediante un canale lungo 800 m, largo 80-120 m e profondo 6 m (Fig. 1). Le acque superficiali sono meso-polialine (salinità, 13-26 ‰), mentre al di sotto degli 8 m e fino alla massima profondità (-21 m) è presente uno strato di acqua più salato (30-36 ‰), non ricambiato, a

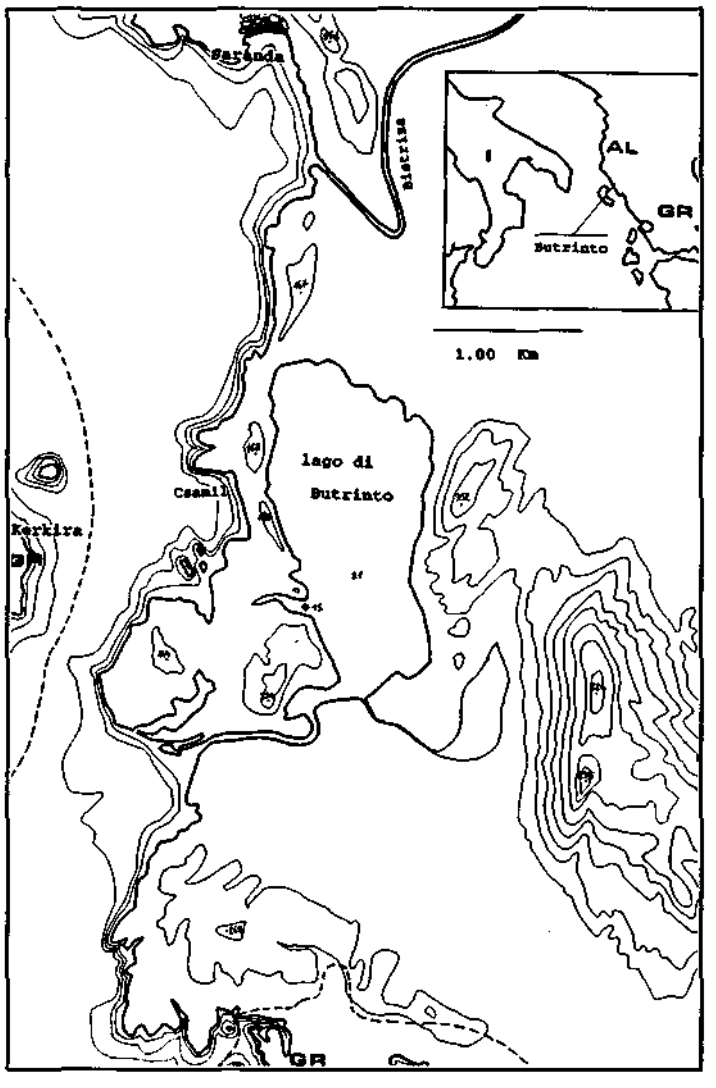


Fig. 1 - Collocazione geografica del lago costiero di Butrinto.
GR = Grecia, AL = Albania, I = Italia, * = punto di prelievo.

Map of the Butrinto lake.
GR = Greece, AL = Albania, I = Italy, * = sampling point.

temperatura costante (circa 16°C), e costantemente privo di ossigeno. Pertanto i fondali di questo strato anossico non vengono rimescolati dall'idrodinamismo o dalla macrofauna, e gran parte della biomassa che ricevono dallo strato superficiale, produttivo, viene stratificata ordinatamente nei sedimenti. Si è voluto verificare se i sedimenti al di sotto di 8 m di profondità contenessero stadi letargici di organismi planctonici attivi stagionalmente nella colonna d'acqua sovrastante. L'accumulo progressivo di tali stadi nei sedimenti (non turbati) può essere utile nella ricostruzione delle vicende ecologiche che hanno interessato la comunità planctonica del lago.

Materiali e metodi

La valutazione della presenza di una "banca di semi del plancton" è stata effettuata col prelievo, in immersione con autorespiratore, di una carota di sedimento (diametro, 24 mm; altezza, 120 mm) da un fondale alla profondità di -15 m. Gli stadi letargici (cisti di protisti e uova letargiche di metazoi), isolati dal sedimento per filtrazione frazionata, sono stati contati e studiati al microscopio ottico.

Risultati

Gli stadi letargici estratti sono stati suddivisi in 42 morfotipi (Tab. 1), 27 attribuiti ad organismi protisti, e 15 a metazoi. Dieci di essi non erano mai stati incontrati

Tab. 1 - Elenco dei 42 morfotipi di stadi letargici riconosciuti in un campione di sedimento del lago di Butrinto. L'asterisco segna i morfotipi non rinvenuti in ricerche precedenti effettuate nel Mediterraneo centrale.

List of 42 morphotypes of resting stages found in a sediment sample collected in the Butrinto lake. The asterisk shows those morphotypes which resulted new (they were not found during previous researches carried out in the Central Mediterranean).

	protists		**metazoans**
a,	*Protoperidinium* cf. *curvipes* (Dinophyta)	A,	Copepoda, non identif.
a1,	Dinophyta, non identif.	B,	Copepoda, non identif.*
b,	*Scrippsiella trochoidea* (Dinophyta)	C,	*Synchaeta* sp 1 (Rotifera)
c,	Dinophyta, non identif.	D,	Rotifera, non identif.
d,	*Polykrikos schwartzii* (Dinophyta)	E,	*Acartia* cf. *josephinae* (Copepoda)
d1,	*P.* cf. *kofoidii* (Dinophyta)*	E1,	*Acartia* cf. *italica* (Copepoda)
e,	*Protoperidinium* sp.(Dinophyta)	E2,	*Acartia* sp. (Copepoda)
f,	Tintinnina, non identif. (Ciliophora)	E3,	*Paracartia latisetosa* (Copepoda)
f1,	Tintinnina, non identif. (Ciliophora)*	F,	Copepoda, non identif.
f2,	Ciliophora, non identif.*	F1,	non identif.
g,	Tintinnina, non identif.	G,	Copepoda, non identif.
h,	*Protoperidinium compressum* (Dinophyta)	H,	non identif.*
j,	non identif.*	J,	*Synchaeta* sp.2 (Rotifera)
l,	*Protoperidinium conicum* (Dinophyta)	K,	non identif.
m,	*Gonyaulax poliedra* (Dinophyta)	M,	non identif.
m1,	cf. *Lingulodinium* sp. (Dinophyta)*		
m2,	Dinophyta, non identif.		
n,	Dinophyta, non identif.*		
q,	*Scrippsiella precaria* (Dinophyta)*		
r,	Dinophyta, non identif.		
r1,	Dinophyta, non identif.		
r2,	Dinophyta, non identif.		
t,	Ciliophora, non identif.		
u,	Dinophyta, non identif.		
u1,	*Spiniferites* sp. (Dinophyta)		
v,	Dinophyta, non identif.*		
z,	*Ensiculifera carinata* (Dinophyta)		

prima, nel corso di analoghe analisi da noi condotte lungo le coste italiane allo scopo di stilare un inventario degli stadi letargici reperibili nei sedimenti marini costieri (Belmonte *et al,* 1995; Miglietta *et al,* 1996a, 1996b). Stati letargici apparentemente vitali sono stati rinvenuti fin nella porzione più profonda della carota (-12 cm). La "banca di semi" nel punto campionato dei fondali del lago di Butrinto aveva una densità estrapolata di circa 100 milioni di "semi" per m^2 di sedimento spesso 12 cm. Va infine notato che la quantità relativa di uova di metazoi (soprattutto copepodi Calanoidi e rotiferi) rispetto a quella delle cisti di protisti, risultava elevata (rapporto 1:56).

Conclusioni

Nonostante la puntiformità spaziale e temporale del campionamento, sono emerse alcune importanti indicazioni. Alcuni degli stadi letargici (il 24 %) rinvenuti nel lago di Butrinto sono risultati caratteristici di questo ambiente. L'elevata presenza di uova di metazoi (zooplancton) rispetto alle cisti di protisti (fitoplancton) può essere interpretata con un inserimento dei metazoi nel ruolo trofico di detritivori oltre che in quello di filtratori erbivori che viene loro classicamente attribuito. La risorsa detrito (sicuramente non trascurabile in un ambiente salmastro costiero) sosterrebbe, pertanto, un numero superiore di zooplanctonti di quello sostenibile dal solo fitoplancton. Per le sue caratteristiche idrologiche, e per l'abbondanza di stadi letargici nei suoi sedimenti, il lago di Butrinto può essere considerato uno dei siti di maggiore interesse per lo studio delle banche di semi del plancton nei sedimenti marini costieri. L'abbondanza degli stadi letargici anche di metazoi è, infatti, tale da supportare statisticamente studi eventuali sulla loro riattivazione, e l'assenza di perturbazioni nel sedimento è una condizione favorevole alla ricostruzione di episodi (ad es. blooms planctonici) avvenuti in passato, o semplicemente della composizione delle biocenosi avvicendatesi nello strato d'acqua superficiale del lago.

Bibliografia

BELMONTE G., CASTELLO P., PICCINNI M.R., QUARTA S., RUBINO E, GERACI S., BOERO F. (1995) - Resting stages in marine sediments of the Italian coast. In Eleftheriou A., Ansell A. D. & Smith C. J. (eds.) *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters.* Olsen & Olsen Publ., Fredensborg: 53-58.

MIGLIETTA A., RUBINO E, BELMONTE G., PASTORE M. (1996) - Stadi di resistenza di organismi planctonici nei sedimenti del lago di Acquatina (Frigole, Lecce): dati preliminari. Rapp. Tecn. n. 66/ ISTTA/BI/PM/ 3-1-96, SIGLE, CNR, ROMA.

MIGLIETTA A., RUBINO E, PASTORE M., BELMONTE G. (1996) - Studio morfologico delle forme di resistenza di organismi planctonici nei sedimenti del mar Piccolo di Taranto. Rapp. Tecn. n. 67/ ISTTA/BI/PM/ 3-1-96, SIGLE, CNR, ROMA.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 597-600

M. MINGAZZINI, L.ONORATO

Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R., Via della Mornera, 25 - 20047 Brugherio (Mi), Italia.

INFLUENZA DI FATTORI FISICI E BIOLOGICI SULLA PRODUZIONE DI SOSTANZA ORGANICA EXTRACELLULARE FITOPLANCTONICA

PHYSICAL AND BIOLOGICAL FACTORS AFFECTING ALGAL PRODUCTION OF EXTRACELLULAR DOM

Abstract

The extracellular DOM production was evaluated on natural phytoplankton communities during 40-days incubation experiments. Biological factors such as interspecific competition were more effective than physico-chemical stimulating factors, greatly enhancing the rate of algal extracellular DOM production.

Key-words: phytoplankton, interspecific competition, extracellular DOM production.

Introduzione

I recenti episodi di formazione di mucillagini marine, che hanno interessato su larga scala le acque Nord-Adriatiche, hanno stimolato l'attività di ricerca volta all'individuazione dei fattori che maggiormente influenzano la produzione di sostanza organica extracellulare da parte del fitoplancton. La capacità di produrre essudati organici di diversa natura è stata documentata dalla letteratura già in passato, mentre il ruolo ecologico della essudazione non è stato sufficientemente chiarito, lasciando quindi aperto un vasto campo di fattori ambientali di possibile interesse (Fogg, 1990).

Mentre la ricerca è prevalentemente rivolta ad esaminare il ruolo di fattori chimico-fisici, ed in particolare nutrizionali, su colture monospecifiche (Myklestad, 1995), i fattori biologici vengono meno frequentemente considerati. Nella convinzione che questi ultimi possano invece avere un ruolo rilevante sulla produzione extracellulare, è stata allestita una sperimentazione che ha messo a confronto le risposte di fitoplancton naturale a fattori di tipo fisico e biologico.

Materiali e metodi

Sono stati prelevati in Adriatico campioni di fitoplancton caratterizzati da un popolamento misto di diatomee, che sono stati incubati in differenti condizioni di illuminazione e di movimento: luce continua e ciclo luce:buio (14:10 ore), con agitazione continua (90 rpm) e non (in statico).

Parallelamente sono stati effettuati trattamenti sia di arricchimento con mezzo colturale (EPA, 1974), sia di inoculo di una specie algale estranea al popolamento. Per l'inoculo è stata utilizzata la diatomea *Phaeodactylum tricornutum*, in base alle sue caratteristiche di velocità di crescita e di adattamento alle condizioni di mantenimento in laboratorio, che la rendono particolarmente competitiva per l'assunzione dei nutrienti.

La produzione di sostanza organica extracellulare è stata misurata mediante analisi in spettrofluorescenza sincrona (Mingazzini, 1995), periodicamente effettuata sul mezzo filtrato dei campioni incubati (Fig. 1 e Fig. 4).

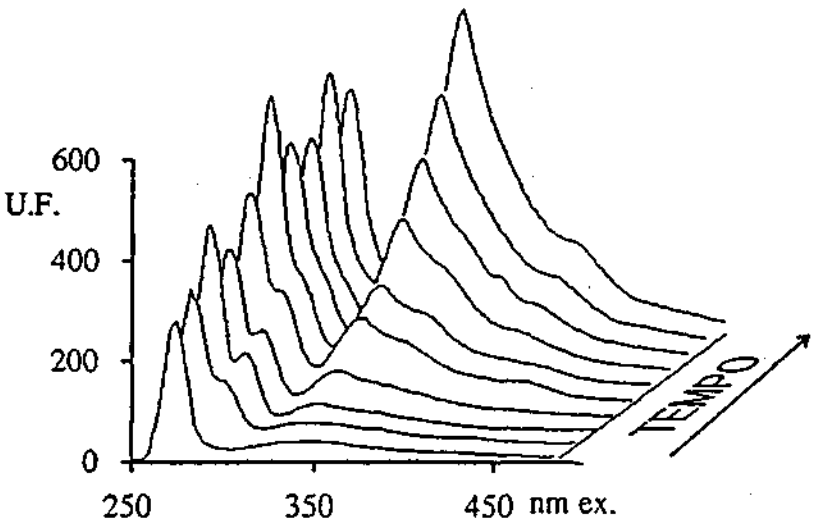


Fig. 1 - Spettri sincroni della sostanza organica extracellulare accumulata nel mezzo delle colture incubate.

Fluorescence synchronous spectra of the extracellular DOM accumulated in the culture medium.

Risultati e conclusioni

L'incremento lineare che è stato rilevato su tutti i campioni in corrispondenza della banda spettrale a 340 nm ha permesso di determinare la velocità di produzione extracellulare, che è stata confrontata per i diversi trattamenti. Le condizioni sia di luce sia di agitazione continue hanno determinato sui campioni significativi incrementi della produzione di sostanza organica extracellulare (Fig. 2).

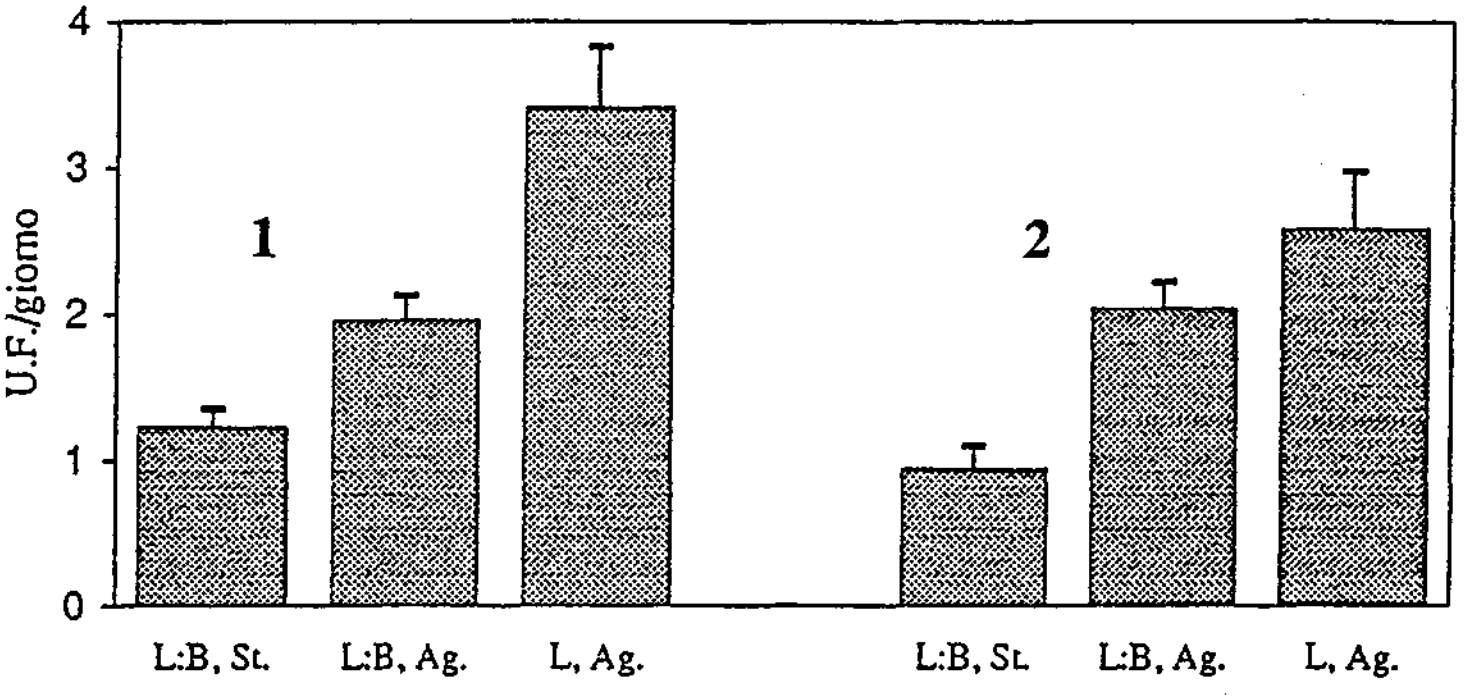


Fig. 2 - Influenza dei fattori luce (L e L:B) e agitazione (Ag. e St.) sulla velocità di produzione extracellulare di due campioni (1 e 2) di fitoplancton.

Light (L versus L:B) and agitation (Ag. versus St.) factors as effecting the rate of extracellular production of two phytoplankton samples (1 and 2).

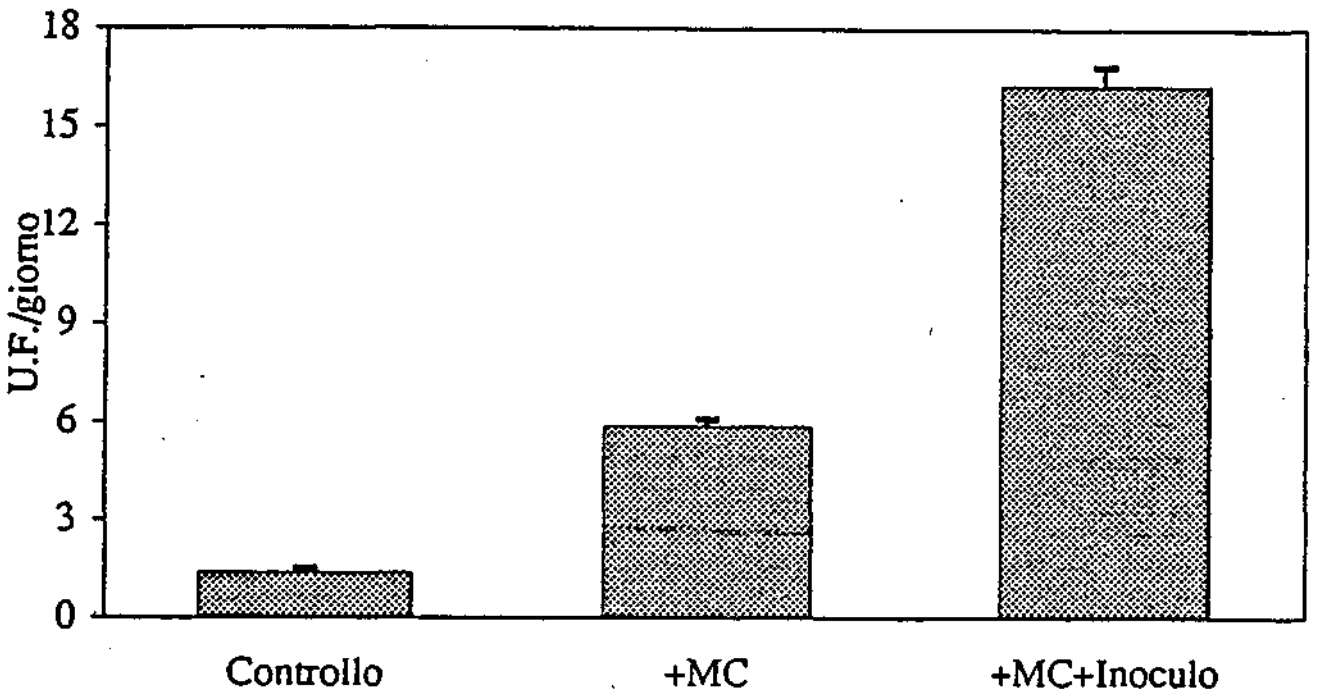


Fig. 3 - Influenza dei fattori nutrizionali (+MC) e biologici (inoculo di *P. tricornutum*) sulla velocità di produzione di sostanza organica extracellulare.

Influence of nutritional (+CM) and biological (*P. tricornutum* inoculum) factors on the rate of extracellular DOM production.

Tuttavia le maggiori differenze sono state riscontrate a seguito degli arricchimenti (Fig. 3 e 4), in particolare per il campione inoculato con *P. tricornutum*, in cui la velocità di accumulo della sostanza organica extracellulare è risultata superiore di un ordine di grandezza rispetto al controllo. Le differenze riscontrate non sono state sufficientemente spiegate dalle densità fitoplanctoniche misurate nei diversi trattamenti.

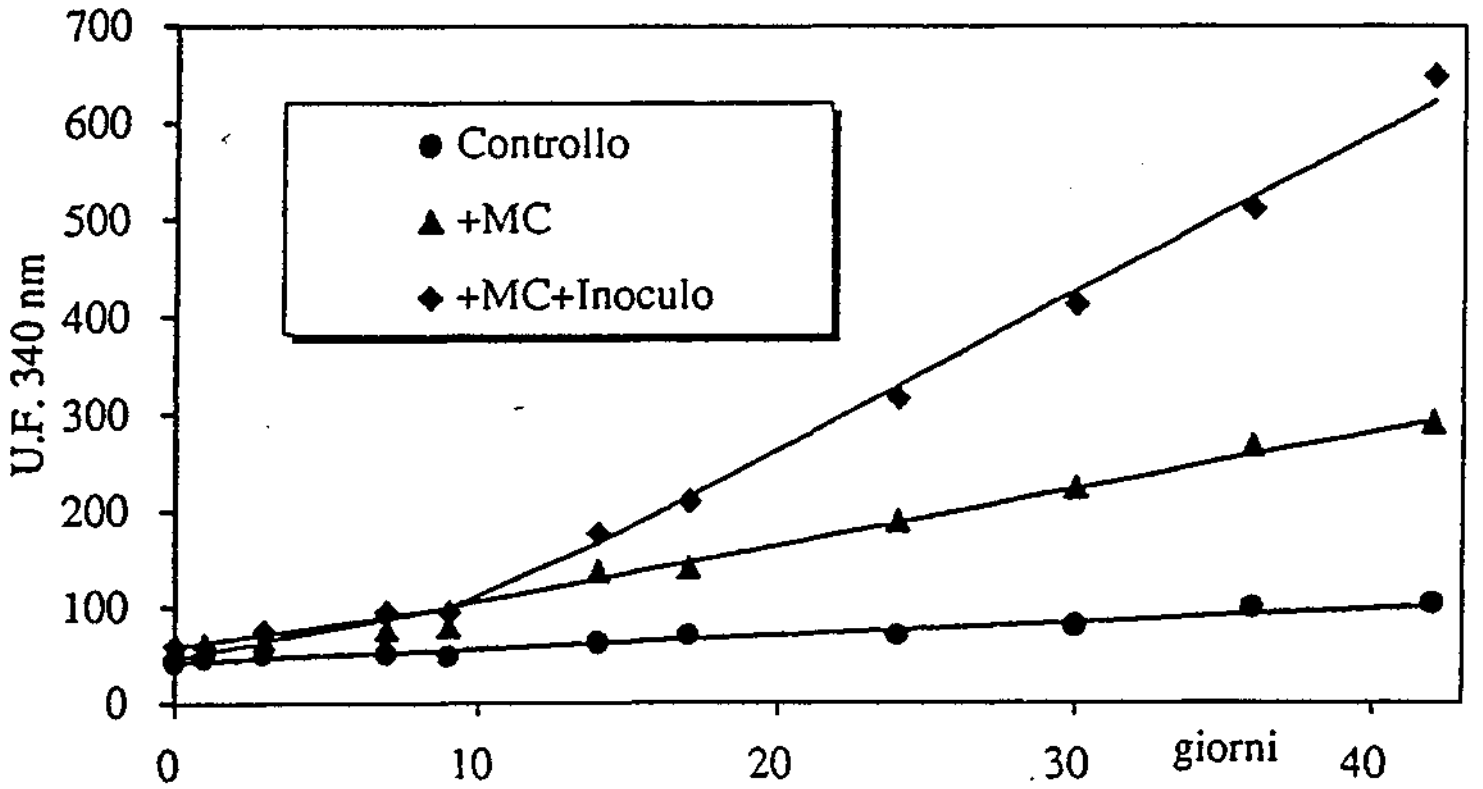


Fig. 4 - Incremento temporale dei prodotti extracellulari (340 nm ex.).

Increasig trend over time of the extracellular products (340 nm ex.).

L'analisi dell'evoluzione quali-quantitativa del popolamento inoculato con *P. tricornutum* (Fig. 5) ha evidenziato, dopo un primo picco di densità, dovuto al rapido sviluppo della diatomea inoculata, la graduale prevalenza, fino al raggiungimento della dominanza assoluta, da parte di una specie autoctona ap-

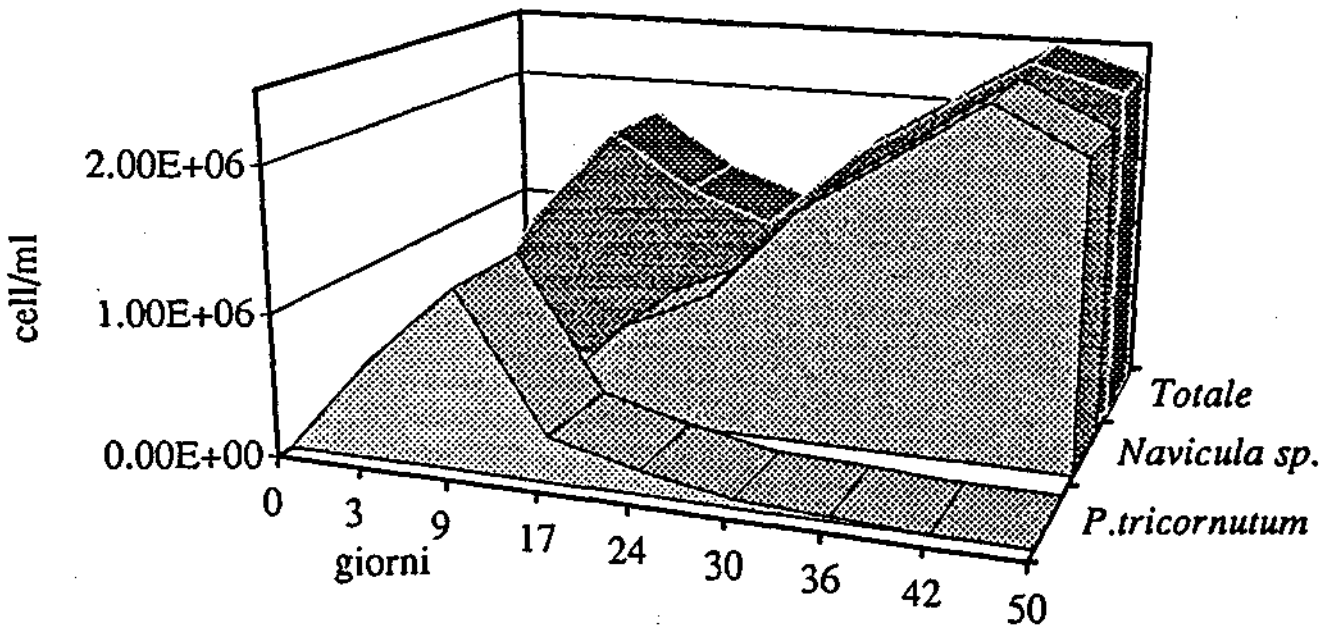


Fig. 5 - Evoluzione del popolamento fitoplanctonico.
Evolution trend of the phytoplankton.

partenente al genere *Navicula,* a cui può essere attribuito l'incremento di produzione di DOM extracellulare, rilevato nel campione inoculato, a partire dalla seconda settimana di incubazione (Fig. 4).

I risultati suggeriscono quindi che fattori biologici, come la competizione interspecifica per i nutrienti, possano svolgere un ruolo rilevante nello stimolare il processo di produzione di sostanza organica extracellulare.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dott.ssa Lia Jollo per il prezioso contributo al lavoro sperimentale, essenziale per la realizzazione di questo studio.

Bibliografia

FOGG G.E. (1990) - Massive phytoplankton gel production. In: H. Barth and L. Fegan (Eds), Eutrophication-related phenomena in the Adriatic Sea and in other Mediterranean coastal zones. EUR 12978. *Water Pollut. Res. Rep.*, **16**: 207-212.

EPA (1974) - Marine Algal Assay Procedure, Bottle test. Eutrophication and lake restoration branch. Pacific Northwest Environ. Protect. Lab., Corvallis, OR.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., FERRARI G.M. (1995) - Applications of spectrofluorimetric techniques to the study of marine mucilages in Adriatic Sea: preliminary results. *Sci. Total Envir.*, **165**: 133-144.

MYKLESTAD S. M. (1995) - Release of extracellular products by phytoplankton with special emphasisis on polysaccharides. *Sci. Total Envir.*, **165**: 155-164.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 601-604

M. MINGAZZINI, L. ONORATO, C.R. FERRARI*

Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R.,Via della Mornera, 25 - 20047 Brugherio (Mi), Italia.
*Laboratorio M.N. Daphne, Regione Emilia-Romagna - Cesenatico (Fo) Italia.

DETERMINAZIONE DELLA PRODUZIONE DI SOSTANZA ORGANICA EXTRACELLULARE IN ACQUE MARINE COSTIERE

EVALUATION OF EXTRACELLULAR DOM PRODUCTION IN ESTUARINE WATERS

Abstract

Dissolved organic matter (DOM) present in the mixing area of the Po river with marine waters was analyzed by fluorescence spectroscopy with the aim of distinguishing autochthonous from terrestrial DOM origin. The potential of extracellular DOM production by phytoplankton in the mixing area was evaluated on field samples during a 30-days incubation period.

Key-words: estuarine DOM, autochthonous DOM, extracellular DOM production.

Introduzione

Precedenti studi hanno mostrato la capacità della tecnica spettrofluorimetrica nel caratterizzare la sostanza organica extracellulare prodotta da colture monospecifiche di alghe fitoplanctoniche marine (Mingazzini *et al.*, 1995a). Oggetto di questa indagine è la verifica dell'applicabilità delle informazioni di tipo quali-quantitativo, acquisite dalla sperimentazione condotta su colture di laboratorio, a campioni naturali.

Lo studio è stato condotto con due principali obiettivi: un primo è stato quello di differenziare la sostanza organica disciolta (DOM) prodotta *in situ* dal fitoplancton, da quella alloctona, originata a terra e trasportata dai fiumi in acque marine. Un secondo obiettivo è stato quello di determinare il potenziale di produzione di sostanza organica extracellulare su campioni naturali, in modo da poter valutare l'influenza degli apporti fluviali su quest'ultima, in acque costiere.

Materiali e metodi

L'area di studio è stata individuata nella zona Nord-Adriatica, lungo il gradiente di miscelazione delle acque fluviali in arrivo dal delta del Po. I campioni sono stati prelevati in sette stazioni, a partire dalla zona antistante il Po di Pila, lungo il gradiente salino (18-36 P.S.U.). In laboratorio i campioni sono stati filtrati (0.45 µm) ed analizzati per la determinazione del contenuto in DOM mediante spettrofluorescenza sincrona su un range compreso tra 250 e 500 nm (Ferrari e Mingazzini, 1995).

Inoltre, per determinare la potenzialità di produzione extracellulare, gli stessi campioni, contenenti il popolamento fitoplanctonico naturale, sono stati incubati in laboratorio, parallelamente ai filtrati con funzione di controllo (Mingazzini *et al.*, 1995b), ed analizzati periodicamente per determinare l'incremento temporale dell'intensità di fluorescenza, in corrispondenza della banda spettrale di 340 nm ex (Mingazzini, 1996).

Risultati e conclusioni

L'analisi spettrale della DOM dei campioni ha evidenziato la presenza di due principali componenti organiche in miscela, qualitativamente simili a quelle prodotte dalle alghe in coltura. Si è cercato tuttavia di differenziare gli apporti terrestri dalla sostanza originata *in situ* sulla base delle intensità di fluorescenza relative delle due componenti della DOM, identificate da bande spettrali di eccitazione rispettivamente a $\lambda <$ e >300 nm. La prima infatti prevale fortemente sulla seconda nelle colture algali più giovani, mentre alla prevalenza della seconda, che si accumula nel mezzo delle colture in tempi piu lunghi, viene perciò attribuita una origine più "remota". Nella DOM dei campioni naturali quest'ultima componente (350nm ex) presenta un marcato decremento, che è risultato strettamente correlato al grado di miscelazione delle acque dolci in arrivo dal Po con quelle marine prospicienti (Fig. 1), supportando l'ipotesi di una origine alloctona. Il rapporto tra le intensità

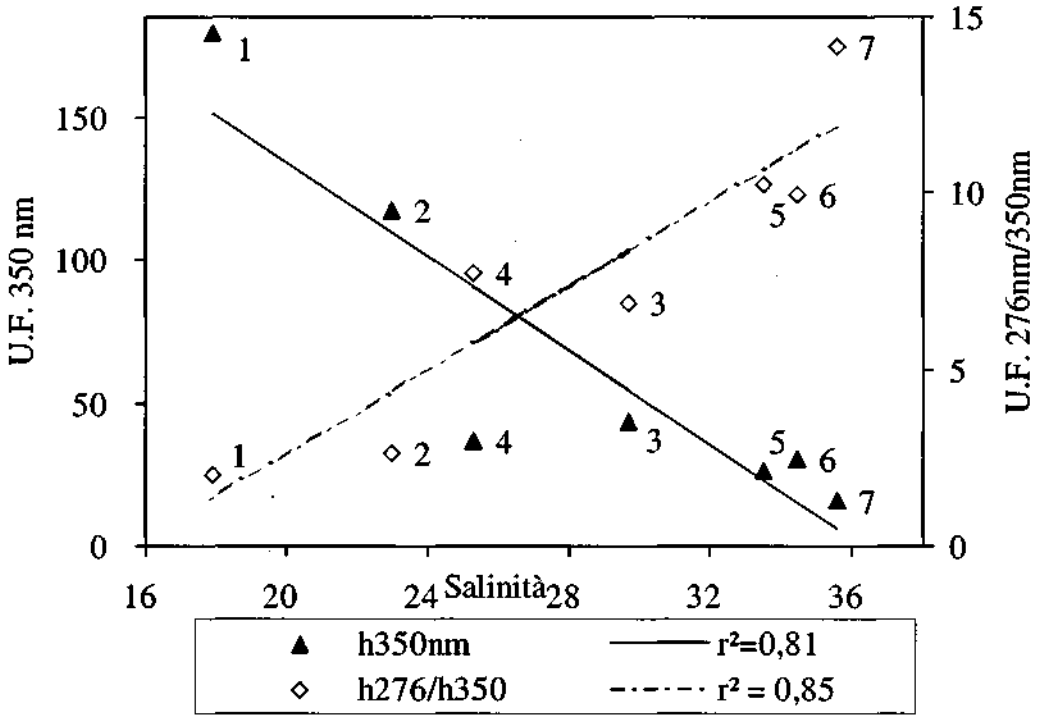


Fig. 1 - Gradiente di miscelazione della DOM alloctona ed autoctona, rispettivamente descritto dalle intensità di fluorescenza (h) a 350 nm e dal rapporto tra le intensità a 276 e 350 nm, sui valori di salinità (P.S.U.) misurati in sette stazioni.

Allochthonous with autochthonous DOM mixing gradient, respectively described by the 350 nm fluorescence intensity (h) and by the 276 on 350 nm intensity ratio, plotted on the salinity values (P.S.U.) of seven sampling stations.

di fluorescenza delle due componenti organiche, già proposto come indice del grado di maturità della DOM prodotta dalle colture algali, risulta in questo caso un buon descrittore del gradiente di miscelazione della sostanza organica autoctona con quella terrigena (Fig. 1).

Le analisi condotte sui campioni incubati con il popolamento naturale a diatomee hanno permesso di rilevare, come per le colture monospecifiche di laboratorio, un incremento lineare nel tempo dei prodotti di essudazione misurati a 340 nm (Fig. 2a e b). La velocità di incremento, calcolata su tutti i campioni per un periodo di circa 30 giorni, è stata utilizzata per determinare la potenzialità di produzione extracellulare (Fig. 2c), che è risultata significativamente maggiore nei campioni più influenzati dagli apporti fluviali.

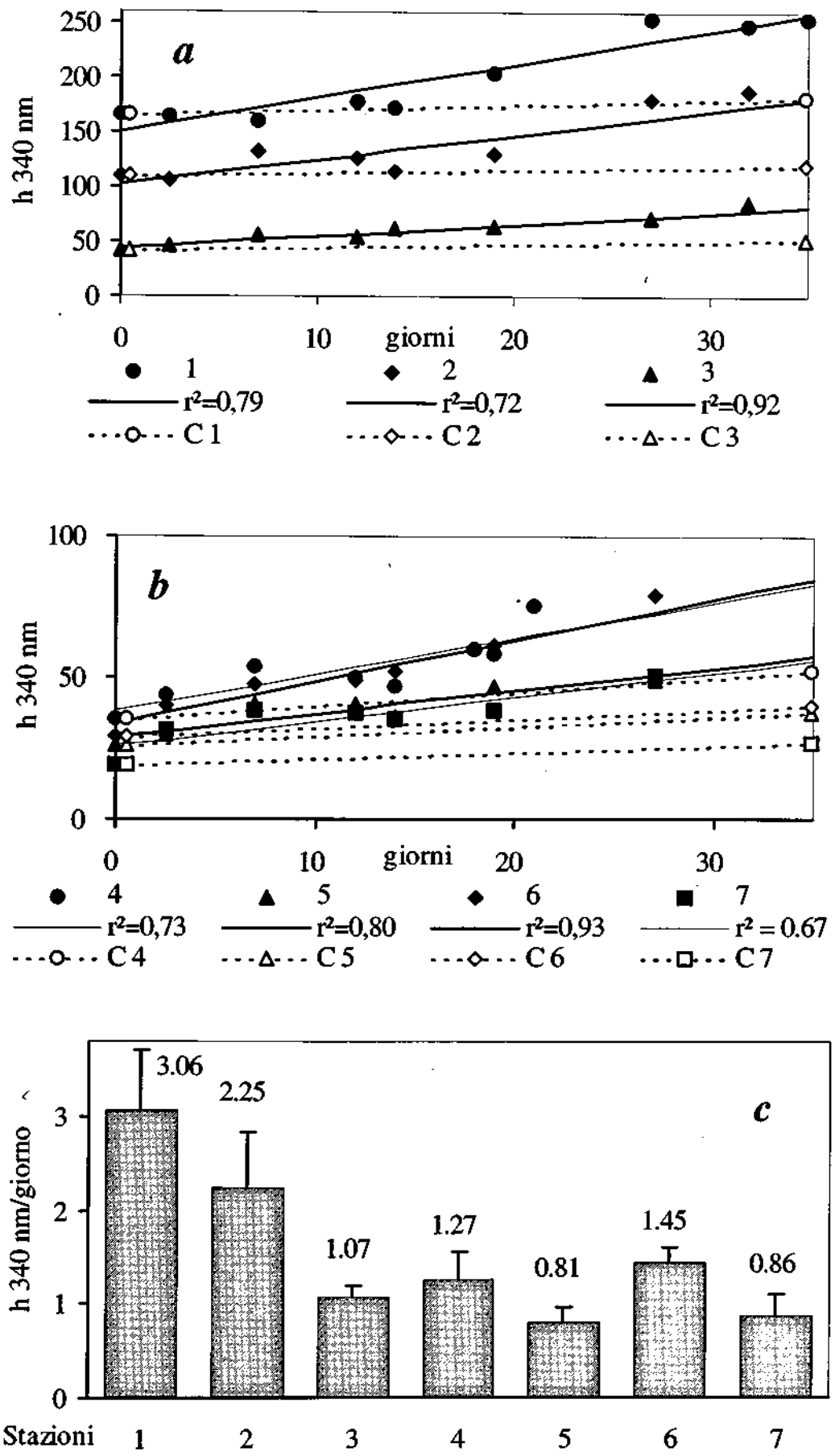


Fig. 2 - Incremento lineare delle intensità di fluorescenza (h 340 nm) rilevate sui campioni (1-7) rispetto ai controlli (C1-C7) parallelamente incubati (***a*** e ***b***). Confronto della produzione di DOM (h 340 nm/giorno) extracellulare determinata sui diversi campioni (***c***).

Linear increase of the fluoresence intensity (h 340 nm) measured on the (1-7) samples, compared to the (C1-C7) controls (*a* e *b*). Comparison of the extracellular DOM production (h 340 nm/day) measured on the different samples (*c*).

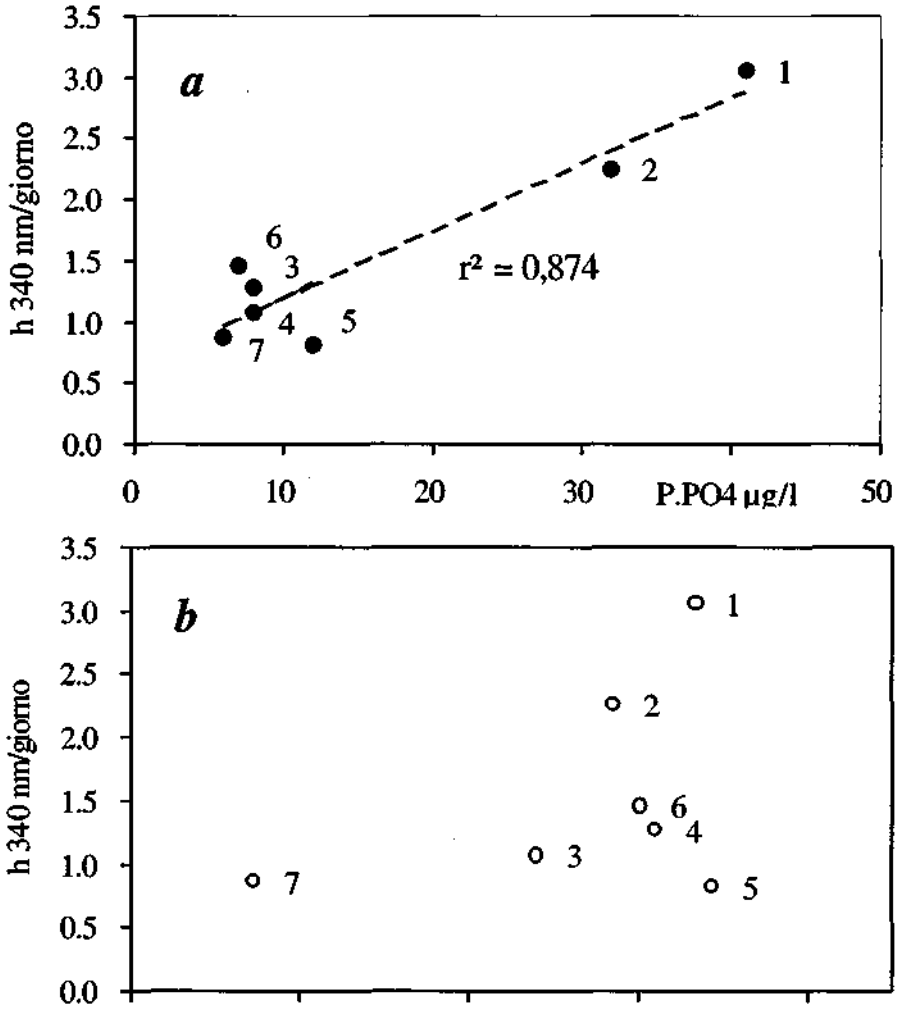


Fig. 3 - Produzione di sostanza organica extracellulare sulle concentrazioni di fosforo (*a*) e sul rapporto N/P (*b*) nei campioni.

Extracellular DOM production plotted on the P (*a*) and on the N/P ratio values (*b*) of the samples.

In particolare la produzione extracellulare misurata è risultata proporzionale al contenuto di fosforo dei campioni (Fig. 3a), piuttosto che al variare del rapporto N/P (Fig. 3b).

Bibliografia

FERRARI G.M., MINGAZZINI M. (1995) - Fluorescence synchronous spectra of dissolved organic matter (DOM) of algal origin in marine coastal waters. *Mar. Ecol. Progr. Series,* **125**: 305-315.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., FERRARI G.M. (1995a) - Applications of spectrofluorimetric techniques to the study of mucilages in Adriatic Sea: preliminary results. *Sci. Total Envir.,* **165**: 133-144.

MINGAZZINI M., COLOMBO S., PREVITALI L. (1995b) - Fluorescence of ageing extracellular products of *Skeletonema costatum.* In: *Proc. XXXIV Int. Conf.* CIESM. Vol. 34, 64.

MINGAZZINI M. (1996) - Variazioni temporali della sostanza organica prodotta dal fitoplancton. *Biol. Mar. Medit.,* **3**: 618-621.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 605-608

C. PAGNUCCO, L. PANE*, G.P. SERRAZANETTI, A. CARLI*

Dipartimento di Biochimica, sez. di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna, Via Tolara di sopra, 50 - 40064 Ozzano (BO), Italia.
*Istituto di Scienze Ambientali Marine, Università di Genova, Italia.

COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI DELLO ZOOPLANCTON DI BAIA TERRA NOVA (MARE DI ROSS - ANTARTIDE)

FATTY ACID COMPOSITION OF ZOOPLANKTON FROM TERRA NOVA BAY (ROSS SEA - ANTARCTICA)

Abstract

Lipid and fatty acid composition of Antarctic zooplankton from different depths were investigated. Significant differences were found between the surface and depth samples. An unexpected low content of long-chain monounsaturated fatty acids and high percentages of unusual fatty acids were detected.

Key-words: Antarctica, zooplankton, lipids, fatty acids, depth.

Introduzione

La caratterizzazione delle componenti lipidiche dello zooplancton antartico e la loro distribuzione lungo la colonna d'acqua sono elementi importanti per la conoscenza dei meccanismi di adattamento biologico e biochimico di questi organismi alle costanti e basse temperature che si registrano, per tempi lunghi, in questo ambiente.

Come contributo a tale studio, in questa nota, vengono riportati i primi risultati delle determinazioni degli acidi grassi presenti nei lipidi dello zooplancton raccolto a Baia Terra Nova (Mare di Ross) durante l'estate australe 1994-95 (P.N.R.A., X spedizione Italiana in Antartide).

Materiali e metodi

I campioni di zooplancton sono stati prelevati il giorno 7.2.'95 (dalle ore 17 alle ore 18), utilizzando il mezzo nautico Malippo, in una stazione costiera (Tiburtina: 74° 42.300 S, 164° 10.050 E) di fronte a Baia Terra Nova.

Per i prelievi si è utilizzato un retino WP_2 (200µm di vuoto di maglia, flussometro interno ed esterno General oceanic) le pescate sono state effettuate a varie profondità: 100-50m (T39), 50-25m (T40), 25m-superficie (T41) e in superficie (T42); trainando il retino ad una velocità costante di circa due nodi.

Nel laboratorio della base i campioni sono stati suddivisi in due aliquote da 250 ml ciascuna, una delle quali è stata liofilizzata e conservata a -20°C per le analisi dei lipidi l'altra è stata posta in formalina al 4% per le successive analisi tassonomiche.

I lipidi totali sono stati estratti con miscela cloroformio:metanolo (2:1 v/v) e determinati gravimetricamente; una quota di essi (2mg) è stata sottoposta a transesterificazione basica e gli esteri metilici degli acidi grassi ottenuti sono stati analizzati mediante gascromatografia liquida capillare (Serrazanetti *et al.*, 1995).

Risultati

Il contenuto lipidico dei campioni in esame si è rivelato piuttosto omogeneo lungo la colonna d'acqua (32,4±4,7 % peso secco). Per quanto riguarda l'analisi degli acidi grassi (Tab. 1), i poliinsaturi risultano prevalenti in tutti i campioni (46,6±3,9%) con valori maggiori negli strati superficiali. I saturi mostrano invece

Tab. 1 - Composizione in acidi grassi dei campioni di zooplancton prelevati alle diverse profondità (% sul totale).

Fatty acid composition of zooplankton samples from different dephts (as % of total).

Acidi grassi	T39 (100-50m)	T40 (50-25m)	T41 (25m-sup.)	T42 (sup.oriz.)
14:0	1,4 ± 0,0	1,2 ± 0,0	0,8 ± 0,0	1,5 ± 0,0
C14:1	0,2 ± 0,0	tr	tr	0,0 ± 0,0
iso 15:0	2,8 ± 0,0	2,8 ± 0,1	1,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0
iso 16:0	8,6 ± 0,2	6,9 ± 0,1	3,2 ± 0,0	1,1 ± 0,0
16:0	2,8 ± 0,0	2,3 ± 0,0	1,9 ± 0,0	2,1 ± 0,1
16:1(n-7)	2,1 ± 0,0	1,6 ± 0,0	1,0 ± 0,0	2,0 ± 0,0
16:1(n-5)	0,4 ± 0,0	tr	0,2 ± 0,0	0,0 ± 0,0
16:2(n-7)	1,5 ± 0,0	1,5 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,7
16:2(n-4)	13,5 ± 0,2	17,0 ± 0,3	26,1 ± 0,6	27,9 ± 0,9
17:1	tr	0,0 ± 0,0	tr	tr
16:3(n-4)	4,8 ± 0,0	3,9 ± 0,0	1,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0
16:4(n-1)	0,7 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0	1,0 ± 0,0
18:0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
18:1(n-9)	17,6 ± 0,1	23,1 ± 0,6	31,5 ± 0,1	33,6 ± 0,7
18:1(n-7)	13,2 ± 0,0	11,0 ± 0,3	5,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1
18:1(n-5)	2,3 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,8 ± 0,0
18:2(n-6)	0,7 ± 0,3	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,7 ± 0,0
18:3(n-6)	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0
18:3(n-4)	9,3 ± 0,0	11,1 ± 0,0	14,2 ± 0,3	15,6 ± 0,1
18:3(n-3)	0,2 ± 0,0	tr	tr	tr
18:4(n-3)	1,2 ± 0,0	1,0 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,8 ± 0,0
20:0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,9 ± 0,0
20:1(n-9)	1,1 ± 0,0	0,9 ± 0,1	0,3 ± 0,0	tr
20:2(n-6)	0.2 ± 0.0	tr	tr	tr
20:3(n-6)	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0	tr	tr
20:4(n-6)	0,1 ± 0,0	tr	tr	tr
20:3(n-3)	tr	tr	0,1 ± 0,0	tr
20:4(n-3)	0,1 ± 0,0	tr	tr	tr
20:5(n-3)	6,5 ± 0,0	5,3 ± 0,3	2,8 ± 0,1	3,1 ± 0,1
22:1(n-11)	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,1
22:1(n-9)	0,2 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
22:2 NMID(D7,13)	tr	tr	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,1
22:5(n-3)	0,7 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
22:6(n-3)	5,1 ± 0,0	4,6 ± 0,4	3,6 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Saturi	16,7 ± 0,1	14,2 ± 0,2	8,3 ± 0,0	6,2 ± 0,1
Monoinsaturi	37,3 ± 0,1	38,9 ± 0,3	40,0 ± 0,2	39,7 ± 0,4
Poliinsaturi	45,9 ± 0,2	46,8 ± 0,5	51,7 ± 0,2	54,0 ± 0,5

un andamento opposto con valori inferiori (11,3±4,9%); tra questi ultimi 14:0 e 16:0 comunemente abbondanti nello zooplancton delle zone temperate e nel Mar Ligure in particolare (Carli *et al.*, 1984), non hanno mai superato il 3% del totale degli acidi grassi identificati. Tra i monoinsaturi, presenti in notevole quantità (39,0±1,2%) lungo tutta la colonna d'acqua, prevale il 18:1n-9 con percentuali comprese fra il 17,6 ed il 33,6%; anche l'isomero 18:1n-7 è presente in elevate percentuali, soprattutto nei campioni degli strati più profondi (fino al 13,2%). Negli strati più superficiali sono state invece riscontrate abbondanti quantità di due poliinsaturi caratteristici delle diatomee (Kayama *et al.*,1989), il 16:2n-4 (fino al 28%) ed il 16:3n-4 (fino al 5%) accanto all'acido grasso inusuale 18:3n-4 oltre il 15%).

Tutti gli acidi grassi prevalenti hanno rivelato un andamento caratteristico delle concentrazioni al variare della profondità di prelievo dei campioni. Infatti, le percentuali relative di 18:1n-9, 16:2n-4 e 18:3n-4 diminuiscono costantemente all'aumentare della profondità mentre quelle di 18:1n7, iso16:0, 20:5n-3, 22:6n-3 e 16:3n-4 aumentano. I poliinsaturi 20:5n-3 e 22:6n-3, caratteristici dell'ambiente marino per la capacità degli organismi dello zooplancton di allungare e desaturare acidi grassi introdotti con la dieta, sono presenti in quantità minori (4,4±1.8% e 3,8±1.3% rispettivamente) rispetto a quelle degli acidi grassi citati precedentemente.

Discussione e conclusioni

Il contenuto lipidico totale determinato nei campioni analizzati si accorda con i dati riportati in letteratura per le principali specie antartiche di zooplancton (Hagen *et al.*, 1993; Kattner *et al.*, 1994; Hagen *et al.*, 1995). Per quanto riguarda gli acidi grassi le alte percentuali di 18:1n-9, concordano con gli elevati livelli ritrovati anche da altri autori nello zooplancton dei mari polari e con la tendenza a sintetizzare elevate quantità di acidi grassi monoinsaturi tipica delle specie erbivore di Copepodi Calanoidi che presentano le cere come deposito lipidico d'elezione (Hagen *et al.*, 1993).

L'isomero 18:1n-7 si può invece considerare derivato dal 16:1n-7 di origine dietetica. Le discrete quantità determinate di acidi grassi mono- e poliinsaturi a catena medio-corta sono in parte di origine dietetica, ma una quota di queste è probabilmente dovuta alla presenza nei campioni di organismi fitoplanctonici, anche di grosse dimensioni, in quanto in questo periodo dell'anno negli strati più superficiali della zona eufotica si verifica un'intensa fioritura algale (Innamorati *et al.*, 1992).

Le quantità relativamente basse di 20:5n-3 e 22:6n-3 si giustificano in quanto questi acidi grassi sono poco rappresentati nelle forme di deposito lipidico quali le cere e i trigliceridi; essi prevalgono invece tra i componenti dei fosfolipidi delle membrane dove svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione della fluidità, aspetto particolarmente importante in ambienti caratterizzati da costanti basse temperature.

Da quest'indagine preliminare sulla composizione in acidi grassi dello zooplancton antartico sono emersi diversi aspetti interessanti come la scarsa presenza, contrariamente alle aspettative, degli acidi grassi monoinsaturi a lunga catena, componenti principali delle cere di deposito delle principali specie di zooplanctonti; le consistenti quantità di acidi grassi inusuali (Ackman,1989), quali il 18:3n-4 ed i suoi omologhi 16:3 e 16:2; la chiara correlazione tra concentrazione e profondità

che si osserva per i principali acidi grassi determinati. Ulteriori indagini saranno quindi opportune per approfondire questi ed altri aspetti, soprattutto in relazione alla composizione tassonomica dei campioni e, relativamente ad essa, riguardo alle differenti strategie di accumulo lipidico adottate dalle diverse specie nell'ambiente antartico.

Bibliografia

ACKMAN R.G. (1989) - Fatty acids. In Ackman R. G.(ed.) *Marine Biogenic Lipids, Fats, and Oils*, CRC Press, **1**: 103-137.

CARLI A., BALESTRA V., PANE L., VALENTE T. (1984). - Rapporto di composizione degli acidi grassi nel plancton. *Atti 6° Congresso A.I.O.L.*, 257-262.

HAGEN W., KATTNER G., GRAEVE M. (1993) - *Calanoides acutus* and *Calanus propinquus*, antarctic copepods with different lipid storage modes via wax esters or triacilglycerols. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **97**: 135-142.

HAGEN W., KATTNER G., GRAEVE M. (1995) - On the lipid biochemistry of polar copepods: compositional differences in the antarctic calanoids *Euchaeta antartica* and *Euchirella rostromagna*. - *Mar. Biol.*, **123**: 451-457.

INNAMORATI M., LAZZARA L., MORI G., NUCCIO C., SAGGIOMO V. (1990) - Spatial and temporal distribution of phytoplankton size fractions in antarctic water: biomass and production, summer 1989/ 90. *Atti del 9° Congresso A.I.O.L.*: 605-612.

KAYAMA M., ARAKI S., SATO S. (1989) - Lipids of marine plants. In Ackman R.G. (ed.) *Marine Biogenic Lipids, Fats, and Oils*, CRC Press, **2**: 3-48.

KATTNER G., GRAEVE M., HAGEN W. (1994) - Ontogenetic and seasonal changes in lipid and fatty acid/alcohol composition of the dominant Antarctic copepods *Calanus propinquus, Calanoides acutus* and *Rhincalanus gigas*. *Mar. Biol.*, **118**: 637-644.

SERRAZANETTI G.P., CONTE L.S., PAGNUCCO C., BERGAMI C. (1995) - Hydrocarbons, sterols and fatty acids in sea urchin (*Paracentrotus lividus*) of the Adriatic Sea. *Chemosphere*, **30**: 1453-1461.

Ricerca effettuata nell'ambito del "Programma Nazionale di Ricerche in Antartide" - ENEA PNRA - 1994-1995.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 609-611

E. RIZZI

Laboratorio di Biologia Marina, Molo Pizzoli (Porto) - 70123 Bari, Italia.

I TINTINNIDI NELL'ADRIATICO MERIDIONALE: PRIME OSSERVAZIONI

FIRST OBSERVATIONS ON THE TINTINNIDS FROM THE SOUTHERN ADRIATIC SEA

Abstract

The distribution of Tintinnids collected in the south-western Adriatic Sea, from Vieste to Monopoli, is discussed. Twentyseven species have been recorded in a year of monthly samplings. Thermal stratification of the water column appears to regulate the community structure.

Key-words: Tintinnids, Adriatic Sea.

Introduzione

I Tintinnidi sono organismi unicellulari ciliati muniti di lorica, ad ampia distribuzione geografica. Si conoscono circa 800 specie planctoniche marine, distribuite generalmente negli strati superficiali. Nel Mediterraneo si sono osservate piccole differenze stagionali nella distribuzione verticale. La diffusione dei Tintinnidi è legata alla temperatura delle acque e la loro biomassa presenta marcate fluttuazioni, anche a causa dell'elevato potenziale di moltiplicazione. Nel Mediterraneo sono state osservate piccole differenze stagionali nella distribuzione stagionale (Raymont, 1983).

In questa nota si riportano dati sul ritrovamento dei Tintinnidi in campioni di plancton raccolti con bottiglia a rovesciamento, nella zona compresa tra Molfetta e Vieste (Fig. 1).

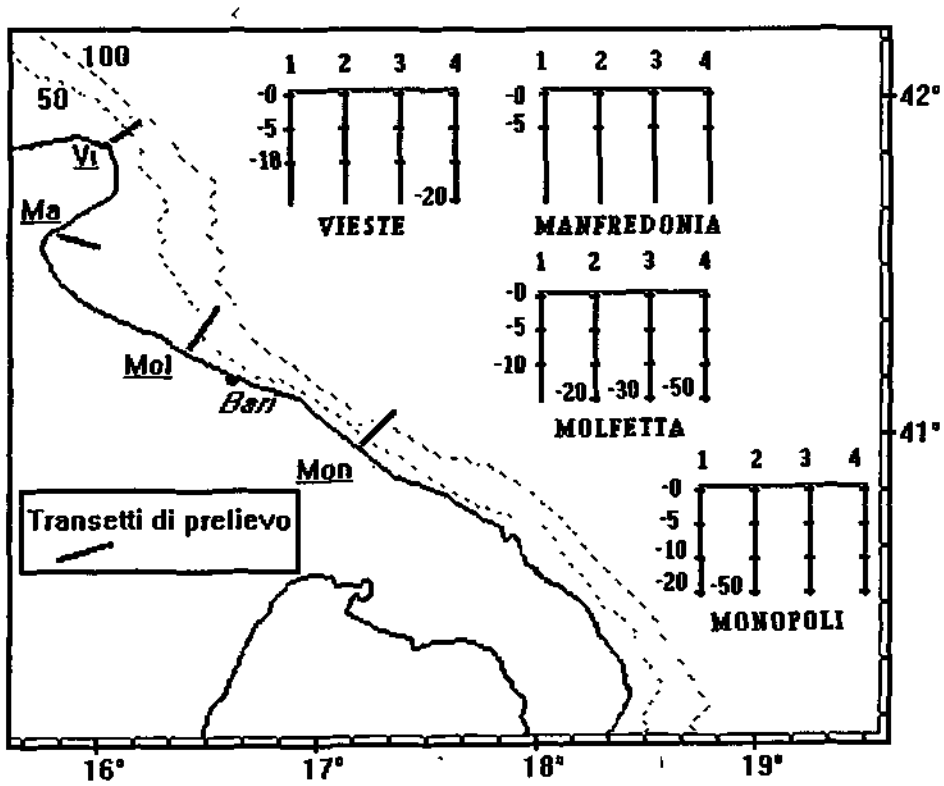


Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni di prelievo.

Sampling sites in the Southern Adriatic Sea.

Materiali e metodi

Dall'aprile 1995 al marzo 1996 sono stati studiati 52 campioni mensili raccolti su quattro transetti: Molfetta (A), Monopoli (B), Manfredonia (C) e Vieste (D); lungo ogni transetto si sono scelti 4 punti alla distanza di 0,5-3-6-10 km dalla costa e per ogni punto, dove possibile, sono stati effettuati prelievi a 0-5-10-50 metri di profondità. Lungo alcuni transetti e soprattutto a Manfredonia, a causa del lento digradare della platea continentale, non è stato possibile effettuare i prelievi alla profondità di 50 metri. L'osservazione dei Tintinnidi è stata effettuata al microscopio rovesciato, secondo la metodologia di Zingone *et al.* (1990), previa sedimentazione di subcampioni da 25 cc provenienti da un litro di acqua prelevato con bottiglia di tipo Niskin e fissato in formalina al 4%.

Risultati e discussione

In totale si sono identificate 27 specie (Tab. 1); le più frequenti sono risultate *Salpingella rotundata, Tintinnopsis acuminata, Tintinnopsis minuta* e *Dictyocysta elegans speciosa.* La temperatura sembra essere il fattore che più influenza la distribuzione stagionale dei Tintinnidi nell'Adriatico meridionale, in accordo con

Tab. 1 - Distribuzione delle specie rinvenute: F = indice di frequenza (+++ comune, ++ raro, + molto raro); T = transetti in cui è stata trovata la specie (A = Molfetta, B = Monopoli, C = Manfredonia, D = Vieste); P = periodo di invenimento (1 ... 12 = gennaio ... dicembre); Prof. e Temp. = profondità e temperatura minima e massima di rinvenimento delle specie.

Distribution of Tintinnids: F = index of relative frequency (+++ common, ++ rare, + very rare); T = transept (A = Molfetta, B = Monopoli, C = Manfredonia, D = Vieste); P = period of occurrence (1 ... 12 = January ... December); Prof. and Temp. = minimum and maximum values of depth and temperature.

Specie	F	T	P	Prof. (m)	Temp. (°C)
Salpingella rotundata Kofoid e Campbell	++++	A-B-C-D	9-12	0-50	14.5-23.5
Dictyocysta elegans speciosa Jorgensen	+++	A-B	11-2	0 -10	9,5 -16,5
Tintinnopsis acuminata Daday	+++	A-B	2-3	0-50	8.0-12.5
Tintinnopsis minuta Wailes	+++	A-B-C-D	9-2	0-10	9.0-23.5
Dadayiella ganymedes (Entz Sr.) Kof. e Campb.	++	A-B	11-2	5-50	11.5-16.5
Eutintinnus franknoii (Daday) Kof. e Campb.	++	A-B-D	7-9	0-5	23-27
Favella adriatica (Imhof) Jorgensen	++	C-D	8-10	5-10	21-27
Helicostomella subulata (Ehr.) Jorgensen	++	A-B	1	5-30	9.5-16.5
Tintinnopsis cylindrica Daday	++	A-B-C-D	9-10	0-20	18.5-23
Acanthostomella cfr. conicoides Kofoid et Campbell	+	B	3	50	12
Amphorella quadrilineata minor Jorgensen	+	B	2	5	12
Amphorellopsis tetragona (Jorg.) Kof. e Campb.	+	D	9	10	23
Dictyocysta elegans lepida (Ehr.) Balech	+	A	1	5	10
Eutintinnus lusus undae (Entz Sr.) Kof. e Campb.	+	B-D	6 e 3	0	11.5-19.5
Eutintinnus tubulosus (Ostfld.) Kof. e Campb.	+	A-B	11 e 3	5	11.5-16.5
Protorhabdonella simplex (Cleve) Jorg.	+	B	12	50	14,5
Rhabdonella cuspidata (Zach.) Brandt	+	D	7	10	23
Rhabdonella spiralis (Fol) Brandt	+	B	6 e 7	10	19.5
Salpingella decurtata Kofoid e Campbell	+	B	10	50	14.5
Steenstrupiella gracilis (Jorg.) Kof. e Campb.	+	A	11	10	16,5
Stenosemella nivalis (Meunier) Kof. e Campb.	+	A	2	10	11
Tintinnopsis baltica Brandt	+	B	3	50	12
Tintinnopsis butschli Daday	+	B	11	5	16
Tintinnopsis cincta (Clap. et Lachm) Kof. e Campb.	+	B	6	10	18.5
Tintinnopsis levigata Kofoid e Campbell	+	B	2	0	12
Tintinnopsis nana Lohmann	+	B	3	50	12
Undella claparedei (Entz Sr.) Daday	+	A	2	50	12

quanto osservato da Kršinic (1979, 1980). Il periodo in cui essi sono più frequenti va da settembre ad marzo, a settembre la temperatura media della colonna d'acqua subisce un netto calo (T. media agosto = 26,8 °C; T. media settembre = 22,7 °C). Ad aprile e maggio non è stato osservato alcun Tintinnide, mentre nei mesi successivi, fino ad agosto, sono risultate positive solo poche stazioni. Non sembra esserci differenza nella distribuzione tra le stazioni costiere e quelle del largo, mentre sembrano essercene nella distribuzione verticale, infatti, nel periodo estivo, non sono stati trovati Tintinnidi al di sotto dei 10 m di profondità, mentre in autunno ed in inverno si osservano anche in alcune stazioni poste a 50 metri di profondità.

Bibliografia

KRŠINIC F. (1979) - The Tintinnids (Ciliata) from the Coastal waters of the Southern Adriatic in the year 1975/76. *Nova Thalassia,* **3** suppl: 199-211.

KRŠINIC F. (1980) - Kvalitativa i kvantitativa istrazivanja tintinida uz istocnu obalu Jadranskog Mora. *Acta Adriatica,* **21** (1): 19-104.

RAYMONT J.E.G. (1983) - Plankton and productivity in the Oceans 2nd ed. *Pergamon Press,* **2**: 67-75.

ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. In "Metodi nell'ecologia del plancton marino". A cura di INNAMORATI M. *et al. Nova Thalassia,* **11**: 183-198.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 612-614

F. Rubino, G. Belmonte*, M. Todaro, F. Boero*

Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti", CNR, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.
*Dip. Biol., Università di Lecce - 73100 Lecce, Italia.

CISTI DI PROTISTI NEI SEDIMENTI DEL GOLFO DI TARANTO

PROTISTAN CYSTS FROM THE GULF OF TARANTO SEDIMENTS

Abstract

A survey on plankton resting stages was carried out on the sediments of the Gulf of Taranto. Protistan cysts of 22 morphotypes have been collected, 18 of them belonging to dinoflagellates and 4 to ciliates. The cyst of Ensiculifera carinata *(Dinophyceae) was firstly reported from the Mediterranean Sea.*

Key-words: Cyst, Protist, Plankton, Gulf of Taranto.

Introduzione

Le forme di resistenza (cisti) prodotte da organismi planctonici si accumulano sui fondi delle aree costiere costituendo, nel tempo, un magazzino di biodiversità al quale sono affidate le possibilità di ripopolamento della colonna d'acqua.

La ricerca e la descrizione delle cisti nei sedimenti marini costieri costituisce una fase preliminare indispensabile che permette di individuare le aree di accumulo ("marine seed banks") e le specie che si avvalgono di tali forme per superare periodi avversi.

La ricerca di cisti nei sedimenti aiuta a conoscere la composizione dei popolamenti planctonici dell'area, dal momento che, in alcuni casi, specie con stadi attivi molto simili possono essere distinte proprio per il tipo diverso di cisti che producono.

La distribuzione delle cisti nei sedimenti del Golfo di Taranto, se si eccettua la sola area del Mar Piccolo (Belmonte *et al.,* 1995), era finora sconosciuta. Un'indagine preliminare è stata condotta su campioni prelevati soprattutto lungo il versante occidentale del golfo, dove lo sbocco di numerose fiumare potrebbe costituire elemento di arricchimento delle aree marine costiere.

Materiali e metodi

Il campionamento è stato effettuato durante la campagna oceanografica GOTA1 nel Marzo 1994, in 7 stazioni del Golfo di Taranto situate a diversa profondità e distanza dalla costa (Fig. 1). I sedimenti sono stati raccolti tramite box-corer, e 3 campioni sono stati raccolti dallo strato superficiale (1° cm) in ogni stazione. Ciascun campione è stato conservato in frigorifero (4°C, al buio); in laboratorio, isolate le cisti, è stata condotta un'analisi morfologica quali-quantitativa, e per alcuni tipi sono stati effettuati esperimenti di schiusa.

Risultati

Sono stati distinti 22 morfotipi. Di questi, 18 sono stati identificati come dinoflagellati e 4 come ciliati; di tutte le cisti, 11 dinoflagellati e 1 ciliato sono stati classificati almeno a livello del genere (Tab. 1). Il morfotipo z, di cui non

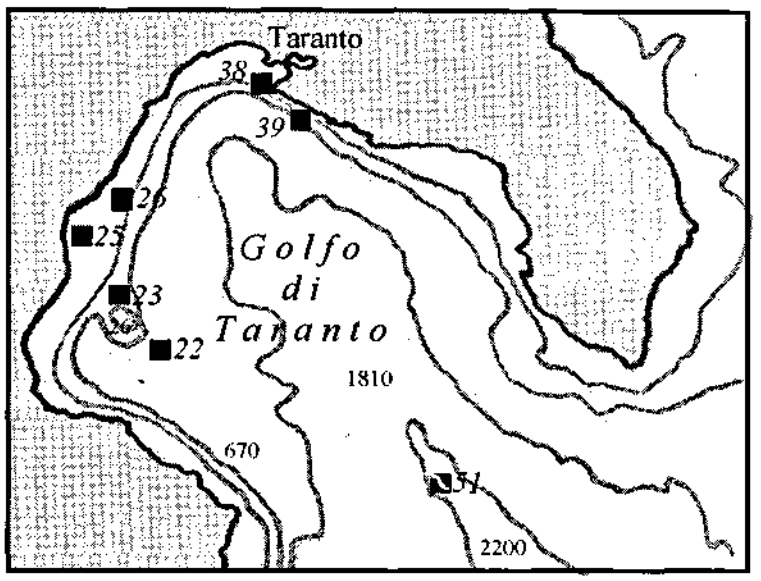


Fig. 1 - Area di studio ■ Stazioni di campionamento.

Study area – ■ Sampling sites.

Tab. 1 - Morfotipi di cisti identificati.

Cyst morphotypes identified.

a	Dinophyta
a1	*Protoperidinium* cf. *curvipes* (Dinophyta)
b	*Scrippsiella trochoidea* (Dinophyta)
b1	*Calciodinellum operosum* (Dinophyta)
c1	Dinophyta
d	*Polykrikos schwartzii* (Dinophyta)
f1	*Strombidium crassulum* (Tintinnina)
g1	Tintinnina
h	*Protoperidinium compressum* (Dinophyta)
h1	Dinophyta
i	Dinophyta
l	*Protoperidinium conicum* (Dinophyta)
m	*Lingulodinium polyedrum* (Dinophyta)
o	*Spiniferites* sp. (Dinophyta)
q	*Scrippsiella ramonii* (Dinophyta)
r	Dinophyta
s	Dinophyta
t	Ciliophora
u	*Spiniferites membranaceus* (Dinophyta)
u1	Tintinnina
z	cf. *Ensiculifera carinata* (Dinophyta)
z1	Dinophyta

si è ottenuta la forma flagellata, è stato rinvenuto per la prima volta in Mediterraneo; corrisponde alla cisti di *Ensiculifera carinata* (Matsuoka *et al.*, 1990) (Fig. 2).

La massima concentrazione di cisti piene (presumibilmente vitali) è stata registrata nella stazione 38 (170.000 ind/m^2), in prossimità di Taranto, e la minima nella stazione 26 (circa 5.000 ind/m^2) di fronte alla foce del fiume Sinni. Il tipo di cisti più abbondante è risultato quello connotato con la lettera a (Dinophyta) che probabilmente è comune a più di una specie. Il 92% delle cisti piene è rappresentato da soli 6 tipi (a, h, l, c1, h1, u1). In molti casi (ad es., quello del tipo z) la forma piena era rarissima, mentre quella vuota era molto abbondante.

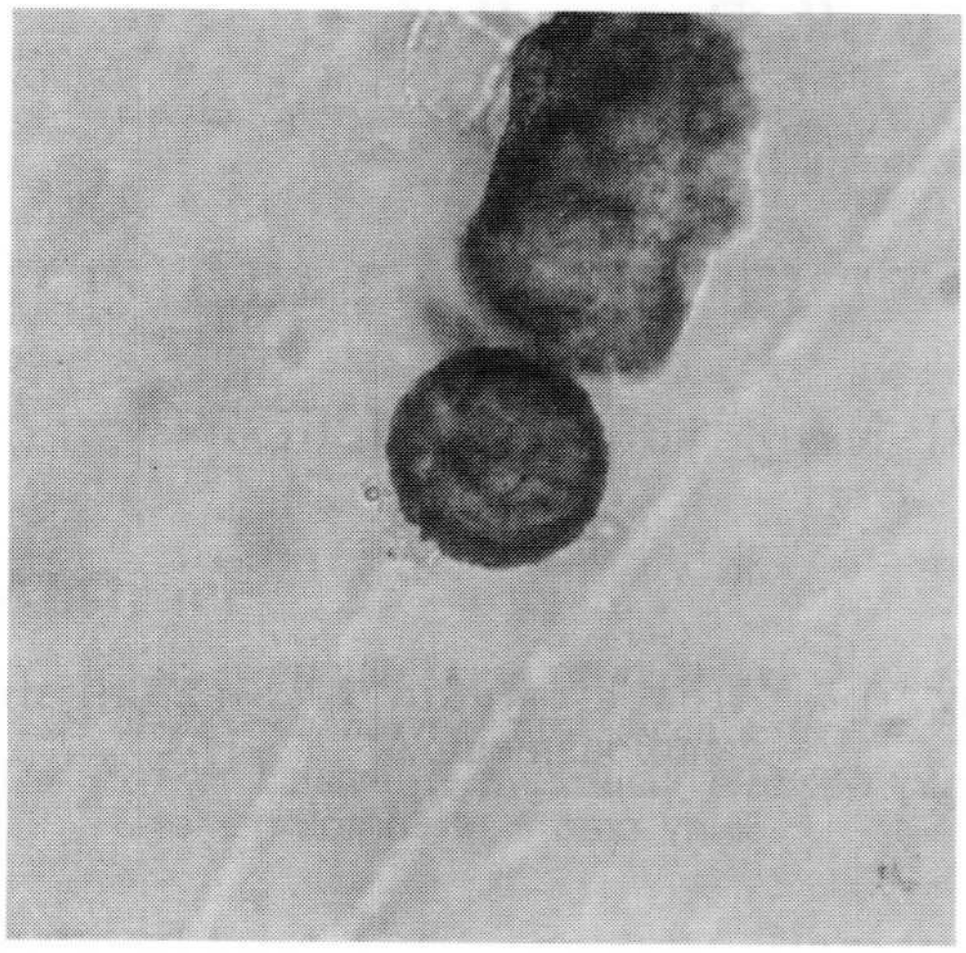


Fig. 2 - Cisti di *Ensiculifera carinata* (morfotipo z).
Cyst of *Ensiculifera carinata* (morphotype z).

Conclusioni

I dati ottenuti testimoniano come anche in un'area di mare aperto nei sedimenti si rinviene un alto numero di stadi di resistenza di specie planctoniche. Le densità sono nettamente inferiori a quelle registrate nell'alto Adriatico (un'area che può essere considerata confinata su grande scala) e in aree tipicamente confinate come il Mar Piccolo di Taranto o il porto di Brindisi (Belmonte *et al.*, 1995).

La stazione situata in prossimità di Taranto ha dato i valori più elevati, per cui è possibile ipotizzare un gradiente di confinamento della banca di cisti che diventa più importante man mano che ci si sposta dal mare aperto verso l'area interna del Mar Piccolo, in accordo con un modello secondo il quale le aree confinate potrebbero fungere da riserve di biodiversità per le comunità planctoniche costiere.

Bibliografia

BELMONTE G., CASTELLO P., PICCINNI M.R., QUARTA S., RUBINO F., GERACI S., BOERO F. (1995) - Resting stages in marine sediments off the Italian coast. In *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters,* Olsen & Olsen Publ., Fredersborg: 53-58.

MATSUOKA K., KOBAYASHI S., GAINES G. (1990) - A new species of the genus *Ensiculifera* (Dinophyceae); its cyst and motile forms. *Bull. Plankton Soc. Japan.*, **37** (2): 127-143.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 615-618

G. SBRILLI, M. CRUSCANTI*, R. BEDINI**

ARPAT-Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,
Sede di Piombino ss. 398 loc. Montegemoli - 57025 Piombino (LI), Italia.
*Dip. di Biologia Ambientale, Università di Siena, Italia.
**Istituto di Biologia ed Ecologia Marina, Piombino, Italia.

LA COMPONENTE LUMINESCENTE DEL BATTERIOPLANCTON; VARIAZIONI STAGIONALI DELLE SPECIE E DELLA DENSITÀ NELL'ALTO TIRRENO

PLANKTONIC LUMINOUS BACTERIA; SEASONAL VARIATIONS IN THE BACTERIAL ABUNDANCE AND COMPOSITION OF THE SPECIES IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract

Luminous bacteria show very different life-styles and occupy numerous habitats. A seasonal cycling of both luminous bacterial abundance and species composition was observed.

Key-words: Luminous bacteria, abundance, seasonal cycling.

Introduzione

Nella componente eterotrofa del batterioplancton marino sono compresi batteri capaci di mineralizzare il particolato organico e di crescere sui comuni terreni agarizzati; tali microorganismi sono stati definiti da Sieburth (1979)"epibatteri planctonici". Gli epibatteri comprendono specie luminescenti, tra cui *Vibrio harveyi* e *V. fischeri*, *Photobacterium phosphoreum* e *P. leiognathi* sono le più note. I batteri luminescenti si comportano come simbionti specifici all'interno degli organi luminosi e come simbionti aspecifici nell'ambiente intestinale degli organismi marini. Sono rinvenibili nell'ambiente pelagico come cellule libere capaci di colonizzare il particolato organico non vivente e la superficie degli organismi marini (Hastings e Nealson, 1977).

In due zone costiere dell'alto Tirreno è stata eseguita una ricerca volta a determinare le specie batteriche luminescenti presenti in ambiente pelagico, le loro variazioni stagionali e i rapporti quantitativi con gli epibatteri totali.

Materiali e metodi

I prelievi sono stati effettuati in due aree individuate rispettivamente nel Golfo di Follonica e in prossimità del Promontorio di Piombino nelle quali sono stati raccolti mensilmente, mediante contenitori sterili, campioni di 200 ml di acqua marina superficiale. I campionamenti sono stati eseguiti nel periodo maggio 1994 - novembre 1995.

Gli epibatteri totali e luminescenti sono stati determinati mediante la tecnica delle membrane filtranti su terreno SWC-agar; per la filtrazione dei campioni sono stati usati filtri da 0,45mm (Sbrilli *et al.*, 1997) e le conte batteriche sono state espresse come u.f.c./ml. Nel periodo novembre 1994 - novembre 1995, in prossimità delle due aree di prelievo, sono stati isolati ed identificati 461 ceppi batterici; a tal fine sono state utilizzate le procedure di isolamento indicate da Ramaiah e Chandramohan (1992) e le procedure di identificazione indicate da Reichelt e Baumann (1973) e da Nealson (1978).

Risultati

Nelle aree sottoposte ad indagine è stata rilevata la presenza di tutte e 4 le specie di batteri luminescenti. *V. harveyi* è risultata la specie predominante, costituendo il 71% dei batteri identificati; *V. fischeri* il 23%, *P. phosphoreum* il 4% e *P. leiognathi* il 2%. Le densità più elevate dei batteri luminescenti sono state registrate nel periodo estivo e autunnale; l'incremento estivo della densità dei batteri luminescenti dipende dall'aumento del numero di *V. harveyi* (Fig. 1 e 2).

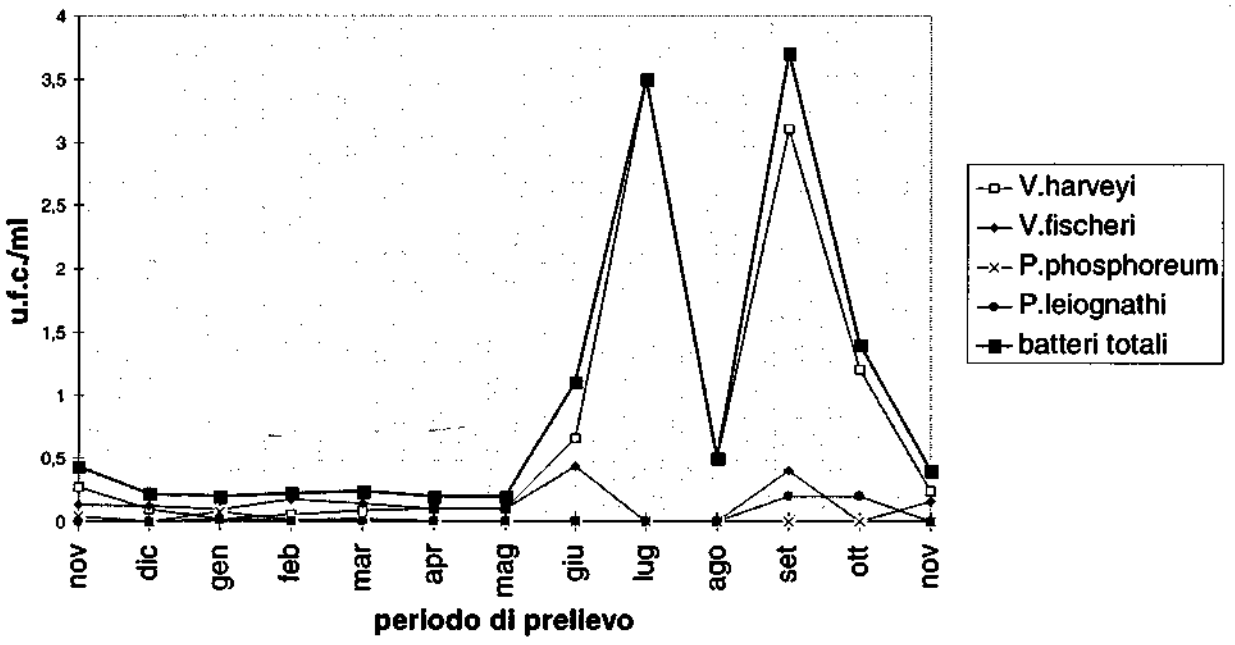


Fig. 1 - Batteri luminescenti: variazioni annuali delle densità relative alle principali specie nelle acque prossime al Promontorio di Piombino.

Luminous bacteria: annual trends of the main species and the relative abundances in the Piombino Promontory sampling area.

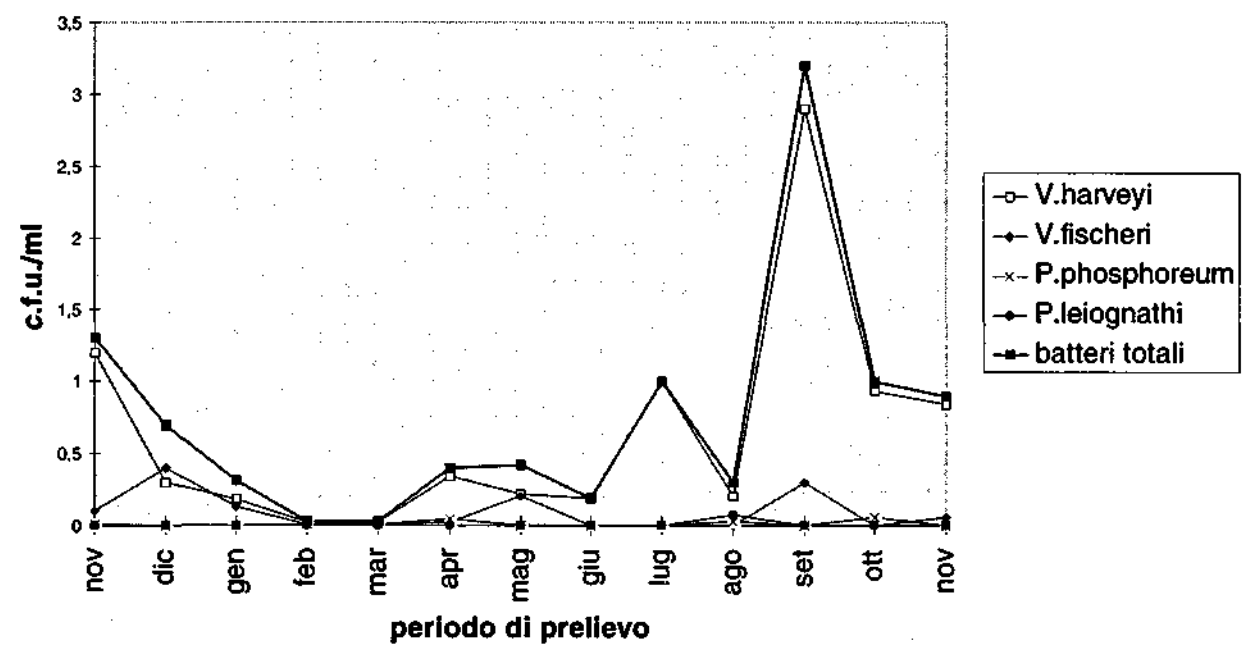


Fig. 2 - Batteri luminescenti: variazioni annuali delle densità relative alle principali specie nelle acque del Golfo di Follonica

Luminous bacteria: annual trends of the main species and the relative abundances in Follonica Gulf sampling area.

In ambedue le zone di indagine le variazioni di densità dei batteri luminescenti sono risultate correlate in misura significativa con le variazioni degli epibatteri totali (Tab. 1).

Ciò significa che la popolazione degli epibatteri eterotrofi totali e la relativa frazione luminescente hanno risposto in maniera analoga alle variazioni delle condizioni ambientali come, ad esempio, la temperatura e la disponibilità di substrato organico particolato.

Tab. 1 - Coefficienti di correlazione *r* calcolati con le coppie di valori di epibatteri totali e di batteri luminescenti.

Correlation coefficients *r* between total epibacteria and luminous bacteria.

Area	N	coefficiente *r*	
Prom. di Piombino	**137**	**0,64 (P<0,05)**	**(significativo)**
Golfo di Follonica	**66**	**0,62 (P<0,05)**	**(significativo)**

Tab. 2 - Confronto, mediante il test "t" di Student (95%), delle variazioni stagionali della percentuale di batteri luminescenti (%BL).

Student's "t" test (95%) about seasonal variations in the percentage of luminous bacteria (%BL).

Area	%BL media annuale	%BL inverno primavera	%BL estate autunno	t calcolato (P<0,05)	t tabulato (P<0,05)	
P. Piombino	**5,4**	**3,5**	**7,1**	**4,11**	**2,02**	**signif.**
G. Follonica	**9,4**	**7,5**	**11,4**	**2,23**	**2,04**	**signif.**

Nel periodo in cui è stata eseguita la ricerca, il valore percentuale medio dei batteri luminescenti rispetto ai batteri totali è risultato pari al 9,4% nel Golfo di Follonica e al 6,1% nel Promontorio di Piombino.

Il monitoraggio batterico ha inoltre evidenziato un incremento della frazione luminescente rispetto ai batteri totali nel periodo estivo-autunnale rispetto al periodo inverno-primaverile; tale incremento è risultato essere statisticamente significativo (tab.2).

Conclusioni

Le variazioni della componente luminescente risultano correlate con quelle della carica epibatterica totale; nel periodo estivo-autunnale la percentuale dei batteri luminescenti tende ad aumentare rispetto agli epibatteri totali. Le variazioni stagionali della densità dei batteri luminescenti in fase pelagica potranno essere spiegate con la conoscenza dell'ecologia di *V. harveyi.*

Bibliografia

HASTINGS J. W., NEALSON K. H. (1977) - Bacterial bioluminescence. *Ann. Rev. Microbiol.*, **31**: 549-95.

NEALSON K. H. (1978) - Isolation, identification and manipulation of luminous bacteria. In: DeLuca, M. A. (Ed.) Bioluminescence and Chemioluminescence. *Methods in Enzymology,* **57**: 153-166.

RAMAIAH N., CHANDRAMOHAN D. (1992) - Ecology and biology of luminous bacteria in the Arabian Sea. In: Desai, B. N. (Ed.) *Oceanography of the Indian Ocean* Oxford & IBH, New Delhi: pp. 11-23.

REICHELT J. L., BAUMANN P. (1973) - Taxonomy of the marine, luminous bacteria. *Arch. Mikrobiol.*, **94**: 283-330.

SBRILLI G., CRUSCANTI M., BUCCI M., GAGGI C., BACCI E. (1997) - Marine heterotrophic bacteria as indicators in the quality assessment of coastal waters: introducing the "Apparent Bacterial Concentration" (ABC) approach. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **2**: in press.

SIEBURTH J. McN. (1979) - *Sea Microbes*. Oxford University Press, New York, NY (USA): pp. 491.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 619-625

A. RINALDI, G. MONTANARI, A. GHETTI, C.R. FERRARI

Struttura Oceanografica Daphne, ARPA Emilia Romagna. V.le Vespucci, 2 Cesenatico (FO), Italia.

REALIZZAZIONE DI UNA "ZONA DI TUTELA BIOLOGICA" NELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE

REALIZATION OF "BIOLOGICAL PROTECTED AREA" IN THE NORTH ADRIATIC SEA

Abstract

A "biological protected area" is situated offshore Ravenna on a large dimension submerged platform. On this place has grown a "artificial reef", which is very interesting scientifically. We have described oceanographic characteristics of this area as physical-chemical, trophical and biological conditions, and the reasons to protect this area, also accessing modalities for subaqueous activities only connected to scientific researches and to hobbies.

Po river delta's vicinity causes costant levels of eutrophy and of salinity, transparency and dissolved oxigen variations. This area's higt productivity causes fitoplancton growth and large settling down of sessile and mobile organism populations. Also this has important role for icththyofauna protection and its nursery.

Key-words: protected area, Adriatic Sea.

Introduzione

Nei fondali al largo di Ravenna a circa 12 miglia dalla costa, in un sito con coordinate lat. 44°23'11" N long. 12°34'98" E, si trova un relitto il cui corpo centrale è costituito dai resti di una piattaforma di perforazione dell'AGIP. Su tale struttura, affondata per un evento accidentale il 29 settembre 1965, l'AGIP ha in seguito ottenuto l'autorizzazione a scaricare materiale inerte di tipo ferroso per lo più derivante dalla demolizione di altre piattaforme o strutture simili. Al nucleo centrale pertanto si sono aggiunte consistenti quantità di masse ferrose che nel loro insieme costituiscono un "artificial reef" di discrete dimensioni.

La struttura sommersa, costituita dalla piattaforma affondata e da un intricato insieme di finestrature, lamiere contorte e tralicci, si presenta come un labirinto in gran parte inaccessibile.

Adagiato su un fondale fangoso di 26 m, la parte più alta del relitto si spinge fino a 9 m dalla superficie. La superficie interessata copre, anche se in modo disomogeneo, un'area di circa 1 Km^2.

L'elevata produttività dell'area ha favorito la formazione di un biotopo di notevole interesse scientifico ove molte specie ittiche (anche di interesse economico) trovano protezione sia in fase riproduttiva/nursery che nelle successive fasi del loro ciclo vitale.

Poichè da diverso tempo erano perpetrati abusi per lo più riconducibili a forme di pesca professionali e dilettantistiche dannose all'integrità del sito, su iniziativa della Provincia di Ravenna e della Struttura Oceanografica "Daphne" è stata avanzata al competente Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali richiesta di riconoscimento di "Zona di tutela biologica" in base all'art. 98 del D.P.R. 2-10-68 n. 1639. Tale richiesta è stata accolta con D.M. 21 luglio 1995.

Materiali e metodi

In questa nota sono descritte le principali caratteristiche idrologiche e biologiche del sito scaturite da osservazioni e rilevamenti effettuati nell'ambito dei programmi di ricerca e di monitoraggio dal battello oceanografico "Daphne II" della Regione Emilia-Romagna. Sul sito corrispondente alla zona di tutela è disponibile una serie di dati relativi sia a parametri fisici e chimici (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla "a") rilevati mediante sonda (IDRONAUT mod. O.S.401) che a determinazioni dei principali nutrienti e del fitoplancton. Le analisi dell' azoto e del fosforo (frazioni solubili e totale) vengono effettuate secondo i metodi in uso mediante autoanalizzatore "Traacs 800" della Bran Luebbe. Le determinazioni quali-quantitative del fitoplancton vengono eseguite su campioni fissati in Lugol secondo il metodo Utermöhl. Ci si limiterà ad una presentazione sintetica di dati raccolti nel 1994 e nel 1995. Per quanto riguarda lo studio della comunità bentonica, da oltre 15 anni vengono effettuate periodiche immersioni per osservazioni, prelievi e documentazioni con foto e cinepresa, allo scopo di definire sia la tipologia dei popolamenti insediati che le risposte di questi agli effetti dell'eutrofizzazione.

Risultati

Caratteristiche della zona

L'area è situata a Sud del delta del Po (fig. 1) e, conseguentemente, risente della "plume" discendente di acque a bassa salinità di provenienza padana. Le

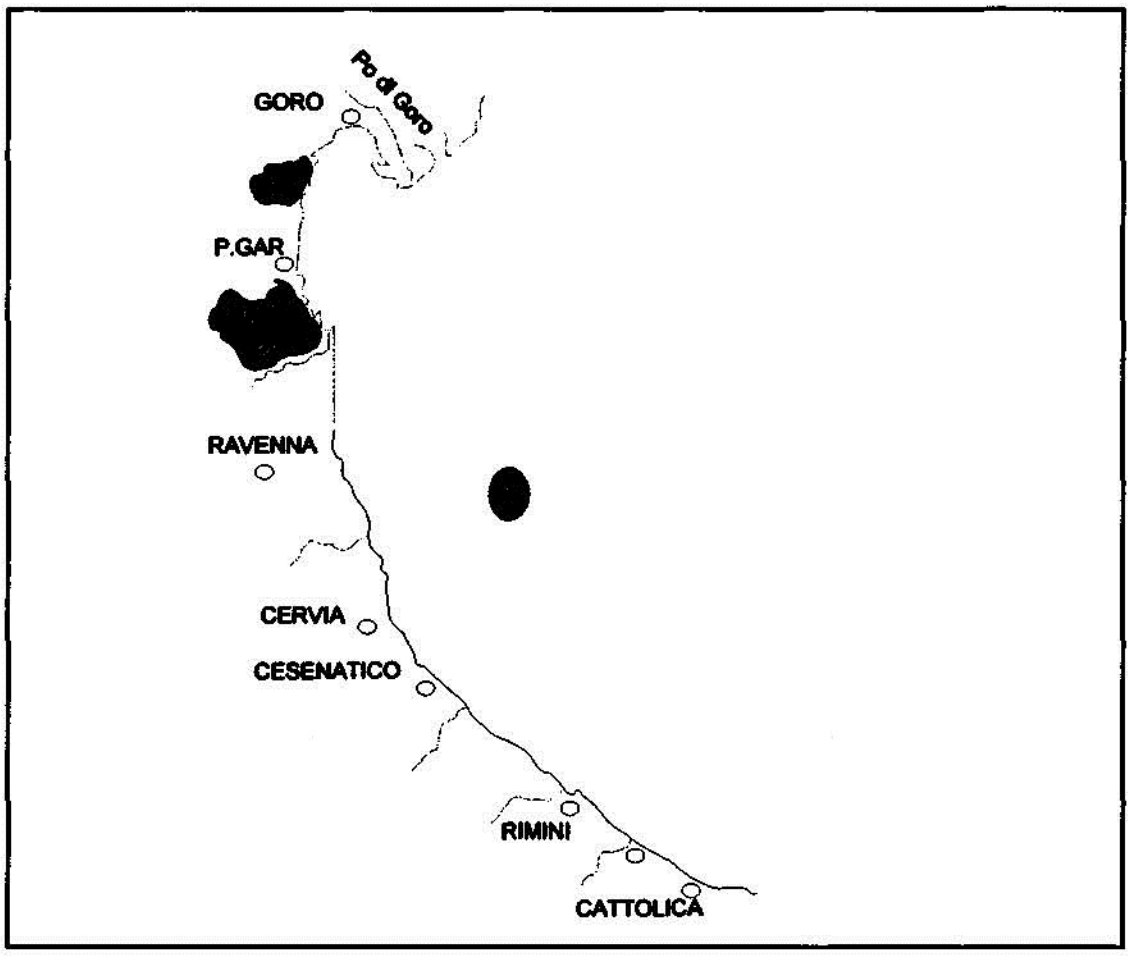


Fig. 1 - Area di tutela biologica.
Biological protected area.

acque superficiali e quelle prossime alla superficie sono pertanto soggette a forti sbalzi di salinità (fig. 2). Le variazioni di temperatura sono riportate in fig. 5. Questo parametro risente delle fluttuazioni stagionali e presenta una escursione

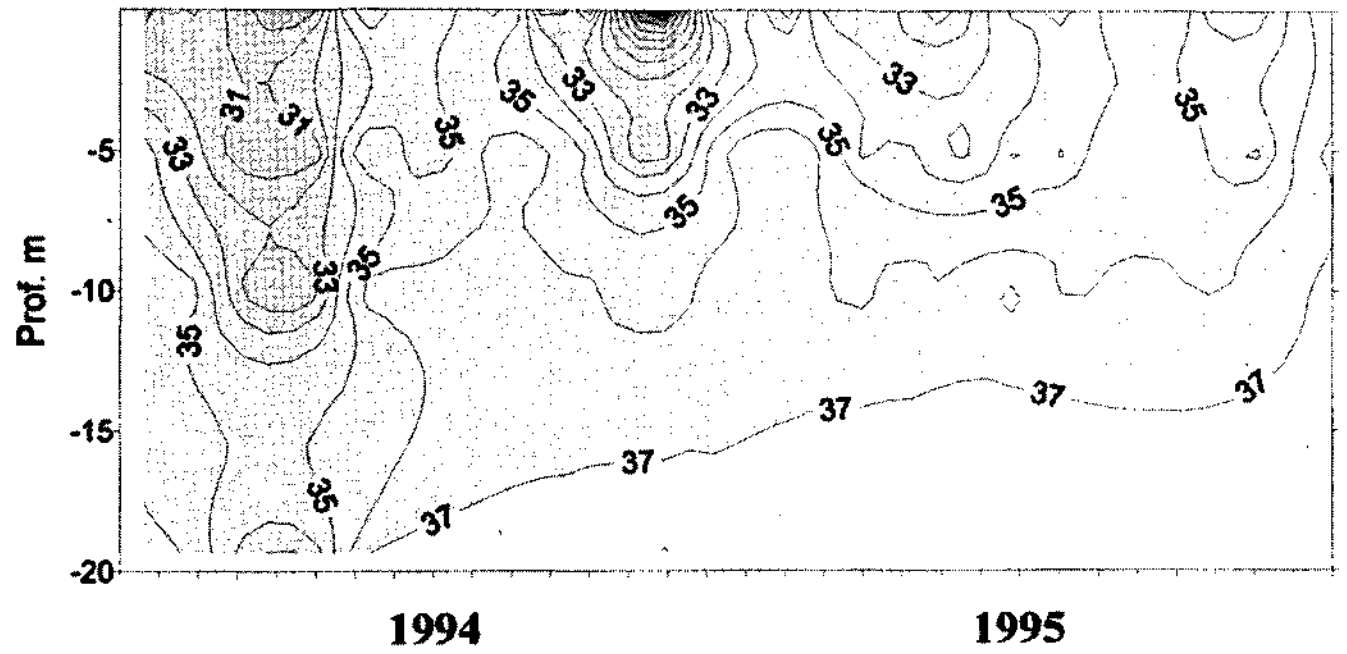


Fig. 2 - Isolinee di salinità.

Salinity (isolines).

di tipo sinusoidale con i massimi in luglio/agosto ed i minimi in gennaio/febbraio. Il grado di trofia è medio-alto per effetto della immissione di elevati carichi di nutrienti di origine antropica/tellurica (Vollenweider *et al.*, 1992). Il processo di

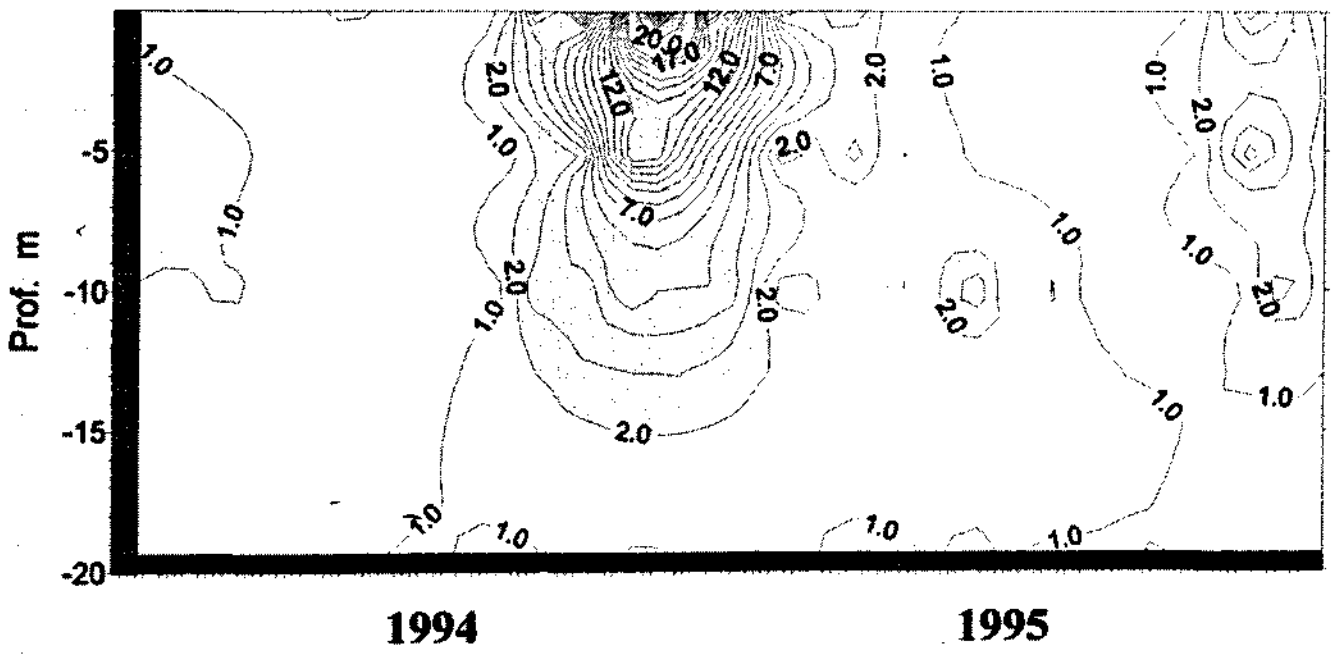


Fig. 3 - Isolinee di concentrazione di clorofilla "a".

Chlorophyll *a* (isolines).

eutrofizzazione in quest'area si manifesta con frequenti casi di estese fioriture microalgali (fig. 3) principalmente sostenute da Diatomee (in genere *Skeletonema costatum*, *Nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp.) e con i ben noti fenomeni associati a tali fioriture (ipossia nei fondali, alta torbidità e bassi valori di trasparenza delle acque) (Regione Emilia-Romagna, 1982-1995). Le più alte concentrazioni di nutrienti

si rilevano nei mesi invernali-primaverili in stretta correlazione con gli apporti del Po.

Le concentrazioni dell'ossigeno disciolto sulla verticale sono fortemente condizionate dalla presenza e dalla distribuzione della biomassa microalgale; in presenza di fioriture si ha sovrasaturazione nelle acque più superficiali, in quelle di fondo si possono avere valori tendenti all' ipossia/anossia (fig. 4) per il prevalere di

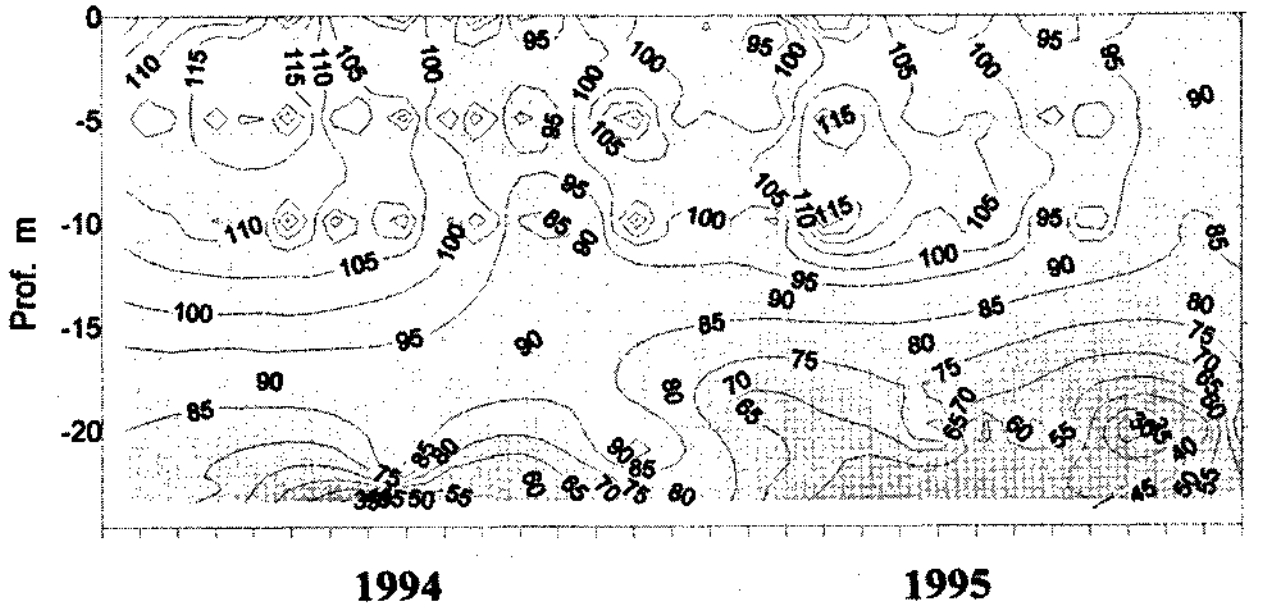


Fig. 4 - Isolinee di concentrazione di ossigeno disciolto.
Dissolved oxygen (isolines).

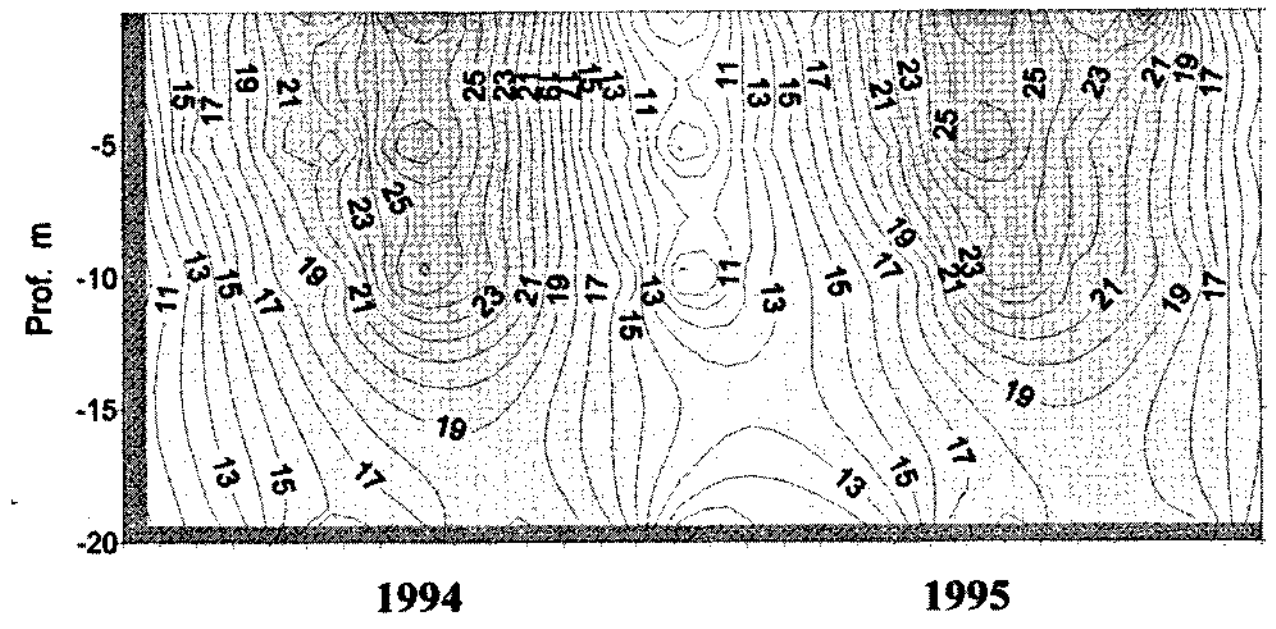


Fig. 5 - Isolinee di temperatura.
Temperature (isolines).

processi che tendono a consumare ossigeno quali la respirazione e la mineralizzazione della sostanza organica sedimentata (Rinaldi *et al.*, 1993).

Popolamenti bentonici e ittiofauna

La struttura è stata in gran parte colonizzata sia da organismi sessili che mobili. Nella parte più alta del relitto (da -9 m a -12 m dalla superficie), ove la presenza

di biomassa fitoplanctonica è in genere a più alte concentrazioni sia per la maggiore illuminazione che per le più elevate concentrazioni di nutrienti, le superfici metalliche sono interamente ricoperte da organismi filtratori che, a loro volta, costituiscono un importante pabulum alimentare e protettivo per altri invertebrati.

Tra quelli fissi al substrato le popolazioni prevalenti sono costituite da mitili (*Mytilus galloprovincialis*) e da ostriche (*Ostrea edulis*). Comuni anche i Tunicati rappresentati soprattutto dalle specie *Ciona intestinalis* e *Phallusia mammilata*. Tra gli altri organismi sessili comunemente riscontrabili sul relitto sono da ricordare diverse specie di Poriferi, Briozoi, Policheti (tra i più comuni *Protula tubularia*) e Celenterati dei generi *Cerianthus*, *Aiptasia* e *Condylactis*. Gli invertebrati mobili sono per lo più rappresentati da Policheti, da Echinoidei (*Paracentrotus lividus*, *Genocidaris maculata* ed *Echinus melo* tra i più comuni), Oloturoidi quali *Cucumaria planci*, *Stichopus regalis* ed altri del genere *Trachythyone*, gli Asteroidi sono rappresentati dalla sola *Marthasterias glacialis*.

Abbondantissimi sono invece gli Ofiuroidi per lo più rappresentati da *Ophiothrix fragilis* e da *Amphiura chiajei*.

Nello strato intermedio e profondo del relitto la diversità e la biomassa tendono progressivamente a diminuire anche se ancora relativamente abbondanti sono riscontrabili popolamenti di Tunicati ed Ofiuroidi.

Tra i Crostacei si segnalano l'Astice (*Homarus gammarus*) che, se anche poco abbondante per l'eccessivo prelievo operato da pescatori subacquei e da reti, risulta presente a tutti i livelli del relitto, la Magnosetta (*Scyllarus arctus*), oltre a *Maja verrucosa* e *Dromia personata*.

Rigogliosa è anche la fauna bentonica nel fondale fangoso circostante al relitto. Soprattutto per l'assenza di attività legate alla pesca a strascico, resa impossibile per gli ostacoli che il relitto pone a tale pratica, vi sono alte densità del Bivalve *Pinna pectinata*, Celenterati del genere *Cerianthus*, Asteroidi del genere *Astropecten* ed Ofiuroidi quali *Ophiura texturata* ed *Ophiura albida*.

I pesci sono rappresentati soprattutto da specie tipiche dei fondali rocciosi difficilmente riscontrabili in altre parti dell'Adriatico nord-occidentale per l'assenza di substrati duri. Abbondanti sono le Corvine (*Johnius umbra*), le Occhiate (*Oblada melanura*) e, nei soli mesi invernali e di inizio primavera, le Mormore (*Lithognathus mormyrus*). Comuni anche lo Scorfano nero (*Scorpaena porcus*) ed il Grongo (*Conger conger*).

La Spigola (*Dicentrarchus labrax*) è sempre presente con abbondanze di un certo rilievo nonostante la forte pressione esercitata sia da pescatori subacquei che dalla pesca con reti di posta.

Conclusioni

I motivi che hanno indotto la Provincia a richiedere la costituzione della zona di tutela sono derivati dalle seguenti considerazioni.

Per le particolari caratteristiche biologiche del sito:

- biotopo soggetto ad una accentuata dinamica fisica e biologica; nel primo caso molto dipende dalla sua collocazione geografica, dai forti apporti di acque dolci e dagli accentuati moti idrodinamici che ne conseguono (correnti di gradiente), nel secondo tutto va ricondotto ai carichi di sostanze eutrofizzanti ed alla elevata produttività da essi innescata;

- l'alto grado di trofia ha nel tempo creato un biotopo di grande interesse scientifico governato e caratterizzato da una complessa rete trofica.

Per la tutela del sito:

- prima del riconoscimento di "zona di tutela biologica" l'area era soggetta a forme di pesca professionali e non, estremamente dannose. Ci si riferisce in particolare alla pesca subacquea con autorespiratore ed alla pesca con reti di posta che, quando abbandonate perchè impigliate sul relitto, costituivano per mesi una trappola mortale per molte specie;
- oggi (in realtà dall'entrata in vigore del D.M. 21 luglio 1995) è vietata qualsiasi forma di prelievo salvo nei casi legati alla ricerca ed al monitoraggio.

Per la ricerca scientifica:

Dal 1979 le osservazioni periodiche che vengono effettuate in questo sito sono punto di riferimento per il controllo ambientale.

I dati rilevati sono stati di supporto al piano di monitoraggio svolto dal battello oceanografico "Daphne" per il controllo e lo studio dei fenomeni di eutrofizzazione e dei suoi effetti secondari (diffusione ed intensità dei blooms microalgali, ipossie delle acque di fondo, alterazione organolettica del corpo idrico, comparsa di specie microalgali tossiche, ecc.).

Costituisce pertanto un vero "laboratorio" nel quale è possibile testare gli effetti conseguenti alle fluttuazioni stagionali, al modificarsi delle condizioni idrologiche ed all'insorgere dei fenomeni eutrofici.

Può pertanto assumere un importante ruolo di "indicatore biologico", un supporto fondamentale per verificare i livelli ed i trends degli inquinanti, i loro trasferimenti nella rete trofica e come questi possono incidere sui popolamenti insediati.

Per attività didattiche e ricreative:

- oltre alle attività di ricerca e di monitoraggio effettuate da Enti titolati allo svolgimento di tali funzioni, visto il grande interesse da parte dei subacquei non solo locali, si possono prevedere visite guidate per subacquei interessati alla biologia marina o alla fotografia;
- le visite guidate potrebbero essere in prospettiva organizzate e programmate da agenti giurati da adibire alla vigilanza sulla pesca in base all'art. 22 della Legge 14 luglio 1965 n. 963.

Detti agenti, se scelti tra le Associazioni subacquee locali, potrebbero gestire operativamente le visite e nel contempo garantire il rispetto delle norme richiamate dal D.M. 21 luglio 95;

- le visite guidate possono collegarsi al quadro più generale di attività rivolte al "pubblico" previste nella gestione dell'adiacente "Parco del Delta del Po".

Summary

About 12 miles from the coast of Ravenna the wreck of an offshore AGIP oil rig sunk in 1965 lays on the bottom of the sea, at 26 m depth.

Besides the original wreck other ferrous material has been gradually added,

as a result of the dismantling of similar structures. The intense productivity of this area has favoured the formation of a biotope with high scientific value.

In order to preserve this site the Province of Ravenna and the Operating Unit "Daphne" have applied for the creation of a "Biologic Protected Area" in this place. With Ministerial Decree dated July 21, 1995 the Department in charge approved of the request and established the protected area.

Bibliografia

REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1982-1995) - Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emilia-Romagna. *Rapporti annuali. Studi e documentazioni*, Assessorato Ambiente, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R. (1993) - Anossie nelle acque costiere dell'Adriatico Nord-occidentale. Loro evoluzione e conseguenze sull'ecosistema bentonico. *Biologia Marina, Suppl. Notiziario SIBM*, **1**: 79-89.

VOLLENWEIDER R. A., RINALDI A., MONTANARI G. (1992) - Eutrophication, Structure and Dynamics of a Marine Coastal System: Results of Ten Years Monitoring along the Emilia-Romagna Coast (Northwest Adriatic Sea). In: Marine Coastal Eutrophication. Proc. Intr. Conference Bologna, 21-24 March, 1990, *J. Science of the Total Environment*, Elsevier, Suppl. 1992: 63-106.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 626-628

E. Canepa, S. Fraschetti, S. Geraci, M. Licciano, M. Manganelli,
G. Albertelli*, G. Rialdi**

Ist. per la Corrosione Marina dei Metalli CNR, Via de Marini, 6 - 16149 Genova. Italia.
*Istituto di Scienze Ambientali Marine, Università di Genova, Italia.
**Istituto di Macromolecole - CNR - Genova, Italia.

MICROCALORIMETRIA DI ALCUNI INVERTEBRATI: CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DELLA LORO ATTIVITÀ METABOLICA DURANTE I DIVERSI STADI DI SVILUPPO

MICROCALORIMETRY OF SOME INVERTEBRATES: PRELIMINARY CHARACTERIZATION OF THEIR METABOLIC ACTIVITY DURING DIFFERENT DEVELOPMENTAL STAGES

Abstract

Caloric output by mean of a microcalorimetry (2277 LKB Bioactivity Monitor) has been recorded in three different animal species, characterized by different size: Paracentrotus lividus, Gammarus *sp. and* Balanus amphitrite. *The aim was to verify the efficacy of direct calorimetry in quantifying metabolic rates of considered species in some phases of the life cycle.*

Key-words: Microcalorimetry, invertebrate metabolic rates.

Introduzione

Di recente, la calorimetria diretta si è dimostrata uno strumento molto promettente in parecchi settori della ricerca biologica e le sue applicazioni si sono rivelate utili anche per approfondire aspetti particolari in campo ecologico (Wang e Widdows, 1993).

Tale metodica è stata più volte utilizzata per fornire informazioni sugli effetti delle dimensioni corporee, della temperatura e della durata dello stato anossico sui tassi metabolici di alcuni invertebrati (Fritzshe e von Oertzen, 1995). Tuttavia, anche in assenza di stress ambientali, il ciclo vitale della maggior parte degli organismi comprende stadi differenti fino al raggiungimento dello stadio adulto che corrispondono a profonde trasformazioni morfologiche e metaboliche.

Nell'ambito di un progetto multidisciplinare sul fouling marino, è stato misurato il tasso di dissipazione di calore su differenti stadi di sviluppo di tre specie di organismi caratterizzati da taglia e gruppo trofico diversi: *Balanus amphitrite, Gammarus* sp. e *Paracentrotus lividus.*

Lo studio è stato condotto per verificare se la calorimetria diretta possa essere impiegata, sia pure in via preliminare, nella caratterizzazione delle diverse fasi del ciclo vitale in rapporto ai differenti tassi metabolici.

Materiali e metodi

Il tasso di dissipazione di calore di tutti gli esemplari utilizzati é stato misurato con un calorimetro del tipo LKB 2277 Bio Activity Monitor. Tale tasso è stato calcolato come differenza tra il segnale strumentale prodotto dall' ampolla contenente il campione e quello di un'ampolla di riferimento, contenente soltanto il

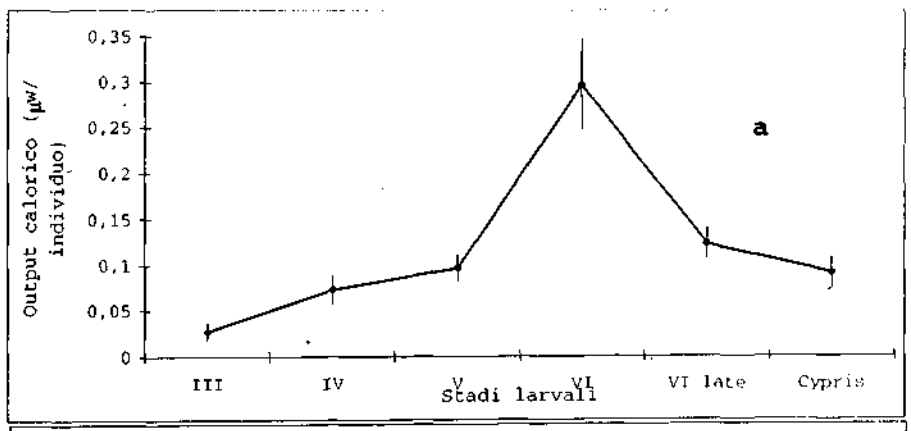
mezzo in cui è immerso il campione. Tutte le misure sono state condotte ad una temperatura di 25°C.

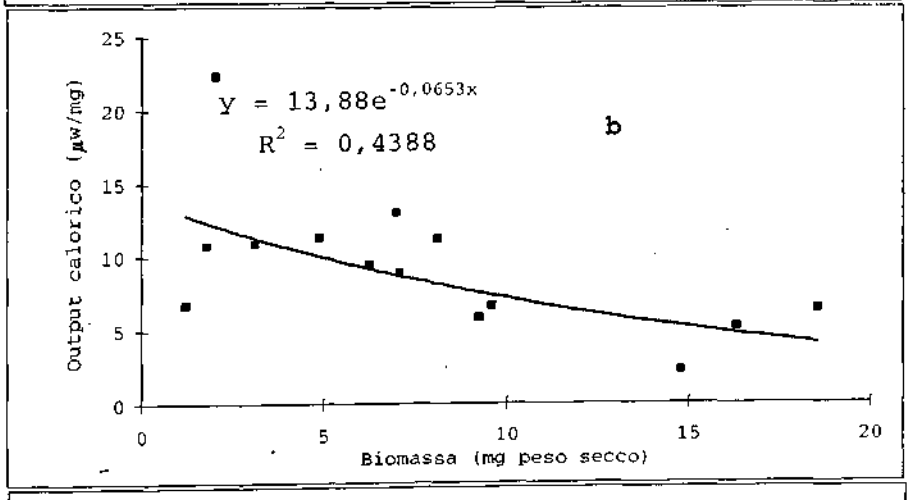
Risultati

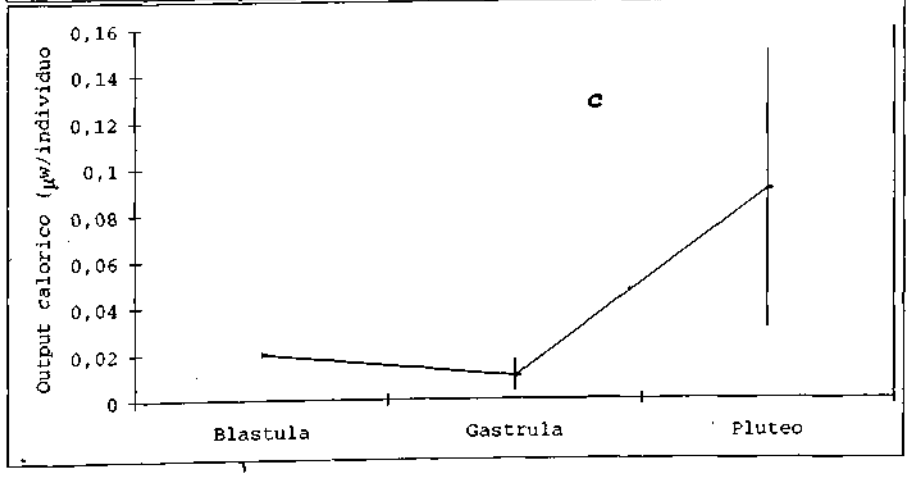
La figura 1 (a, b, c) sintetizza i risultati ottenuti. La specie *B. amphitrite* presenta un aumento progressivo dell'output calorico fra il II ed il VI stadio, ed una successiva diminuzione nel tardo VI stadio e nel cypris. Questa diminuzione può corrispondere al completo utilizzo delle energie disponibili durante le fasi della metamorfosi finale, tenendo anche conto del fatto che, al contrario degli altri stadi, quello di cypris non si alimenta. In *Gammarus* sp. è stata riscontrata una correlazione negativa significativa fra output calorico e biomassa. *Paracentrotus lividus* presenta una situazione analoga a quella del *Balanus*.

Fig. 1 - Risultati ottenuti dalle analisi condotte su a- *B. amphitrite*; b- *Gammarus* sp.; c- *P. lividus*.

Data obtained from the analyses performed on a- *B. amphitrite*; b- *Gammarus* sp.; c- *P. lividus*.







Discussione e conclusioni

I risultati ottenuti per *Gammarus* si sono rivelati conformi alle attese (diminuzione del metabolismo con l'aumentare della mole corporea)(Peters, 1983). Al contrario, *Paracentrotus* e *Balanus* mostrano variazioni metaboliche significative durante le fasi del ciclo considerate. Dai risultati ottenuti si evidenzia così come la calorimetria diretta sia in grado di valutare variazioni anche minime del metabolismo di specie a ciclo vitale complesso. Tuttavia, in bibliografia sono pochi i dati con cui sia stato possibile confrontare i nostri risultati. Un output calorico simile a quello ottenuto per *Balanus* è stato riscontrato negli embrioni in via di sviluppo e nelle larve di rombo (Finn *et al.*, 1995).

La standardizzazione di questa metodologia potrebbe in futuro essere ulteriormente utilizzata in campo ecologico e, unitamente a studi di tossicologia, impiegata per saggiare gli effetti delle sostanze antifouling.

Bibliografia

FINN R.N., WIDDOWS J., FYNN H.J. (1995) - Calorespirometry of developing embryos and jolk-sac larvae of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Mar. Biol.*, **122**: 157-163.

FRITZSHE D., VON OERTZEN J.A. (1995) - Metabolic responses to changing environmental conditions in the brackish water polychaetes *Marenziella viridis* and *Hediste diversicolor. Mar. Biol.*, **121**: 693-699.

PETERS R.H. (1983) - *The ecological implications of body size*. Cambridge: Cambridge University Press: 33 pp.

WANG W.X., WIDDOWS J. (1993) - Calorimetric studies on the energy metabolism of an infaunal bivalve, *Abra tenuis*, under normoxia, hypoxia and anoxia. *Mar. Biol.*, **116**: 73-79.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 629-631

R.A. CAVALLO, M.I. ACQUAVIVA, C. RIZZI, L. STABILI

Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" C.N.R., Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.

CORRELAZIONE TRA DISTRIBUZIONE E SOPRAVVIVENZA DI BATTERI LUMINOSI NELLE ACQUE E NEI SEDIMENTI DEL GOLFO DI TARANTO

CORRELATION BETWEEN DISTRIBUTION AND SURVIVAL OF LUMINOUS BACTERIA IN WATER AND SEDIMENT IN THE GULF OF TARANTO

Abstract

Presence of luminous bacteria was investigated in Mar Piccolo and Mar Grande of Taranto (Italy), two marine coastal ecosystems characterized by different anthropogenic pollution. Generally their concentration was more abundant in sediments than in water samples.

Key-words: luminous bacteria, fecal pollution, water, sediment.

Introduzione

I batteri luminosi comprendono bastoncelli gram-, mobili la cui caratteristica è quella di emettere luce. Studi tassonomici hanno rilevato l'esistenza di caratteri fenotipici differenti, per cui attualmente sono riconducibili ai generi *Vibrio*, *Photabacterium* e *Alteromonas*. La loro ubiquitarietà è stata riportata da vari autori che li hanno ritrovati in acque tropicali, temperate e polari, sia superficiali che profonde (Yetinson T. e Shilo M., 1979). Entro questo range estensivo possono vivere liberi nell'acqua o associati ad animali marini come simbionti, commensali e parassiti. Nell'ambiente marino possono essere isolati in numero variabile da 10^2 a 10^4/l (Ruby E.G. *et al.*, 1980; Shilo M. *et al.*, 1979). Il loro significato ecologico è tutt'ora oscuro; tuttavia, alcuni studiosi ritengono che la loro presenza in ambiente acquatico rappresenti soltanto una fase del loro ciclo vitale e che si trovino a vivere soprattutto in associazione con animali marini. In rapporto a tali considerazioni, la presenza di questi microrganismi è stata ricercata nel Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto, due ecosistemi marini costieri, i cui equilibri biologici sono stati diversamente modificati dall'intervento antropico e, in alcuni tratti, dall'insediamento della grande industria.

Materiale e metodi

Campioni di acqua e sedimento sono stati prelevati in corrispondenza di quattro stazioni del Mar Piccolo (1-2-3-4) e tre del Mar Grande (5, 6, 7), scelte in base al loro differente grado di inquinamento. 50g di sedimento sono stati omogenizzati in 450 ml di acqua di mare sterile per 5' e successivamente lasciati sedimentare. Il supernatante così ottenuto e l'acqua del medesimo sito di campionamento, per la ricerca dei batteri luminosi, sono stati filtrati ed i filtri posti su piastre di SWC Agar L'isolamento dei batteri eterotrofi marini è stato effettuato mediante semina per "spread plate" su piastre di Marine Agar, incubate a 24°C per 7 giorni. Gli

indici d'inquinamento fecale sono stati determinati secondo la metodica MPN (Standards Methods, APHA, 1992).

Risultati

I risultati ottenuti sono descritti in tabella ove sono riportati i valori dei batteri eterotrofi marini (BEM) e dei batteri luminosi (BL) espressi in CFU/100ml, dei coliformi totali (CT), dei coliformi fecali (CF) e degli streptococchi fecali (SF) espressi in MPN/100ml, relativi alle 7 stazioni esaminate, sia nell'acqua (a) che nei sedimenti(s).

Tab. 1 - Valori dei diversi gruppi batterici rinvenuti nelle sette stazioni.

Number of different bacterial groups found in seven stations.

		1	2	3	4	5	6	7
BEM	s	127×10^5	183×10^5	350×10^4	445×10^4	202×10^5	840×10^4	485×10^4
	a	254×10^3	128×10^4	263×10^3	999×10^3	100×10^6	546×10^2	292×10^3
BL	s	100×10^4	500×10	0	900	300	100	400
	a	9	70	10	10	7	6	3
CT	s	2	6	0	14	940	0	0
	a	33	1609	918	345	1609	94	0
CF	s	0	0	0	5	0	0	0
	a	0	6	6	9	345	14	0
SF	s	4	4	0	2	20	20	0
	a	7	1609	33	7	27	7	2

Discussione

Nella maggior parte delle stazioni prese in considerazione, la concentrazione dei BEM è più alta nei sedimenti rispetto all'acqua, confermando quanto riportato da altri autori (Bianchi, 1989) relativamente al processo di sedimentazione e alla maggiore presenza di sostanza organica in tale ambiente. I BL rappresentano una frazione della flora eterotrofa poco apprezzabile nell'acqua, ma sicuramente più significativa nei sedimenti. Un discorso a parte merita la stazione 5, sito caratterizzato da sversamenti continui di acque urbane ed da un idrodinamismo determinato da un continuo gioco di correnti.

Le stazioni localizzate nel Mar Piccolo sono maggiormente influenzate da un inquinamento di tipo antropico, come evidenziato dai valori dei classici parametri di contaminazione fecale. Considerando che le acque interessate da inquinamento fognario differiscono per alcuni fattori di natura abiotica, lo studio condotto ha avuto lo scopo di valutare se tali fattori giocano un ruolo importante nella distribuzione e nell'ecologia dei BL. Nei siti caratterizzati da valori più alti di CT, CF e SF nell'acqua, la concentrazione dei BL risulta più elevata nei sedimenti.

Ciò è da imputarsi, verosimilmente, alla maggiore disponibilità di materia organica che contraddistingue gli ambienti inquinati e poco profondi quali quelli in studio.

Infine, la minore concentrazione dei BL nell'acqua avvalora l'ipotesi di vari autori, secondo i quali, tali microrganismi, solo transitoriamente, sono presenti nell'acqua in una forma planctonica (Caruso *et al.*, 1990).

Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.ssa Tiziana Vozza per il contributo apportato.

Bibliografia

BIANCHI A., BIANCHI M. (1989) - L'adhésion des bactèries aux surfaces dans les milieux naturels. *Revue franaise des laboratoires*, **196**: 71-75.

CARUSO G., ZACCONE R., CRISAFI E. (1990) - Primi dati sulla distribuzione di batteri luminosi nel Lago di Ganzirri (Messina). *Memor. Biol. Marin. Ocean.*, **18**: 49-58.

RUBY E.G., GREENBERG E.P., HASTINGS J.W. (1980) - Planktonic marine luminous bacteria: species distribution in the water column. *Appl. Environ. Microbiol.*, **39**: 302-306.

SHILO M., YETINSON T., (1979) - Physiological characteristics underlying the distribution patterns of luminous bacteria in the Mediterranean Sea and the Gulf of Elat. *Appl. Environ. Microbiol.*, **38**: 577-584.

YETINSON T., SHILO M. (1979) - Seasonal and geographic distribution of luminous bacteria in the Eastern Mediterranean Sea and the Gulf of Elat. *Appl. Environ. Microbiol.*, **37**: 1230-1238.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 632-636

L. Da Ros, M.G. Marin*, V.U. Fossato, G. Campesan

Istituto di Biologia del Mare, CNR, Castello 1364/A - 30122 Venezia, Italia.
*Dipartimento di Biologia dell'Università, Padova, Italia.

SEDIMENTI LAGUNARI: PROVE DI TOSSICITÀ SU EMBRIONI DI RICCIO DI MARE, *PARACENTROTUS LIVIDUS*

LAGOON SEDIMENTS: TOXICITY TESTS ON *PARACENTROTUS LIVIDUS*

Abstract

*An experimental model was tested to assess the toxicity of sediment elutriates from the Lagoon of Venice on embryos of sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Echinodermata), and to relate the biological effects to contaminant levels in aqueous extracts.*

Key-words: lagoon sediments, toxicity, *Paracentrotus lividus.*

Introduzione

Il presente lavoro costituisce parte di un programma di ricerca inteso a selezionare metodi semplici, sensibili ed affidabili per saggiare la tossicità di sedimenti lagunari e marini.

Il test di tossicità sul riccio di mare *P. lividus*, sviluppato negli anni '70 (Hangstrom e Lonning, 1973; Bougis *et al.*, 1979), è stato successivamente utilizzato per la valutazione di effetti tossici di composti xenobiotici puri (Pagano *et al.*, 1988, Bressan *et al.*, 1991; Brunetti *et al.*, 1991; Warnau e Pagano, 1994) e di miscele presenti in acque di scarico e superficiali (EPA, 1988, Pagano *et al.*, 1993). Qui viene riproposto in relazione alla standardizzazione della metodica di preparazione degli estratti acquosi con diverse caratteristiche di contaminazione.

Materiali e metodi

Sedimenti della Laguna Veneta prelevati a Porto Marghera (area a prevalente inquinamento industriale) e nel Rio di S. Angelo (area ad inquinamento urbano) sono stati caratterizzati per il loro contenuto in idrocarburi e metalli pesanti ed utilizzati nella preparazione di estratti acquosi (elutriati).

a) Preparazione ed analisi chimica degli elutriati (Harvey *et al.*, 1994).

Elutriati acqua/sedimento sono stati ottenuti mescolando per 4 ore differenti aliquote di sedimento fresco (5, 20, 200 g/l) in acqua di mare naturale areata, lasciata decantare 12 ore e filtrata su filtri in fibra di vetro da 1µm di porosità. L'analisi chimica degli elutriati è stata limitata ad alcuni elementi in traccia (preconcentrazione da 1 l di elutriato su resina Chelex 100, eluizione con HNO3 ed analisi per AAS) e idrocarburi poliaromatici (estrazione da 2,5 l di elutriato con N-esano, purificazione su microcolonna di gel di silice ed analisi per HPLC).

b) Tests biologici.

Gli elutriati sono stati utilizzati in tests di tossicità su embrioni ottenuti dalla fecondazione di uova e spermi di riccio di mare *Paracentrotus lividus*. Gli stessi elutriati sono stati anche saggiati dopo diluizioni 1:4 o 1:10, in relazione alla

concentrazione iniziale dell'elutriato. Ogni diluizione è stata inoltre testata anche dopo ulteriore filtrazione a 0,45µm.

Ogni elutriato è stato testato contemporaneamente su embrioni ottenuti da due coppie di ricci (2 esperimenti per ogni elutriato).

Lo sviluppo larvale, dallo stadio di post-fecondazione a quello di pluteo, è stato seguito attraverso la determinazione dei seguenti parametri:

- misura della lunghezza del bastoncino somatico dello scheletro nei plutei a 48 ore dalla fecondazione (Bougis, 1967);
- percentuale di sopravvivenza a 48 ore dalla fecondazione;
- frequenza dei diversi stadi di sviluppo a 24 e 48 ore dalla fecondazione.

I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente utilizzando i seguenti tests: T-Method, ANOVA e G-Test (Sokal e Rohlf, 1981).

Risultati

a) Analisi chimiche

I risultati dell'analisi chimica degli elutriati (Tab. 1) mostrano un incremento/decremento degli inquinanti organici ed inorganici sciolti nell'acqua non propor-

Tab. 1 - Estratti acquosi ottenuti mescolando per 4 h una miscela di sedimento e acqua nel rapporto 5 g/l e 20 g/l.
a = concentrazione di inquinanti disciolti nell'estratto acquoso
b = concentrazione di inquinanti disciolti nell'acqua prima dell'estrazione
Phe = Fenantrene; Ft = Fluorantene; Py = Pirene; BaP = Benzo (a) pirene

Elutriates obtained by mixing sediments and water with 5 g/l and 20 g/l ratios for 4 hrs.
a = pollutant concentrations in the elutriate
b = pollutant concentration in the water used for the elutriate preparation
Phe = Phenanthrene; Ft = Fluoranthene; Py = Pyrene; BaP = Benzo (a) pyrene

	S. Angelo	5g/l		20g/l			P. Marghera	5g/l		20g/l	
		a	b	a	b			a	b	a	b
Ni	µg/l	1,8	1,4	1,1	0,7	Ni	µg/l	1,0	8,1	0,8	1,3
Pb	µg/l	1,2	0,5	2,7	5,5	Pb	µg/l	0,6	0,9	1,9	1,6
Cd	µg/l	0,01	0,02	0,18	0,39	Cd	µg/l	0,03	0,01	0,07	0,23
Cu	µg/l	0,6	2,4	0,9	1,7	Cu	µg/l	0,8	1,7	3,0	2,6
Fe	µg/l	8,2	7,0	5,1	5,1	Fe	µg/l	3,2	34,8	9,9	0,6
Zn	µg/l	7,1	6,2	8,0	10,2	Zn	µg/l	7,4	8,3	5,7	6,8
Phe	ng/l	8,4	7,4	3,4	3,7	Phe	ng/l	6,9	0,0	0,0	0,0
Ft	ng/l	17,3	7,8	12,6	9,5	Ft	ng/l	24,1	3,2	20,8	11,6
Py	ng/l	28,1	2,6	22,5	2,7	Py	ng/l	35,9	1,3	30,2	3,0
BaP	ng/l	0,2	0,2	0,3	0,3	BaP	ng/l	1,3	0,6	0,4	0,4

zionale alla quantità di sedimento usato (Harkey *et al.*, 1994). Per tempi di mescolamento relativamente brevi (4 ore) e con sedimento fortemente ridotto e ricco di materia organica, come in questo caso, si può verificare per alcuni inquinanti una diminuzione della concentrazione nell'acqua in seguito a precipitazione e/o adsorbimento sul sedimento (Zhuang *et al.*, 1994).

b) tests biologici.

I risultati delle prove di tossicità evidenziano la particolare sensibilità delle misure di accrescimento al variare delle condizioni sperimentali (Fig. 1). In tutti gli esperimenti si è osservata una significativa riduzione delle dimensioni dei plutei nei trattamenti con elutriati non diluiti rispetto al controllo. In 9 esperimenti su 12 la riduzione è risultata significativamente maggiore con elutriato non filtrato

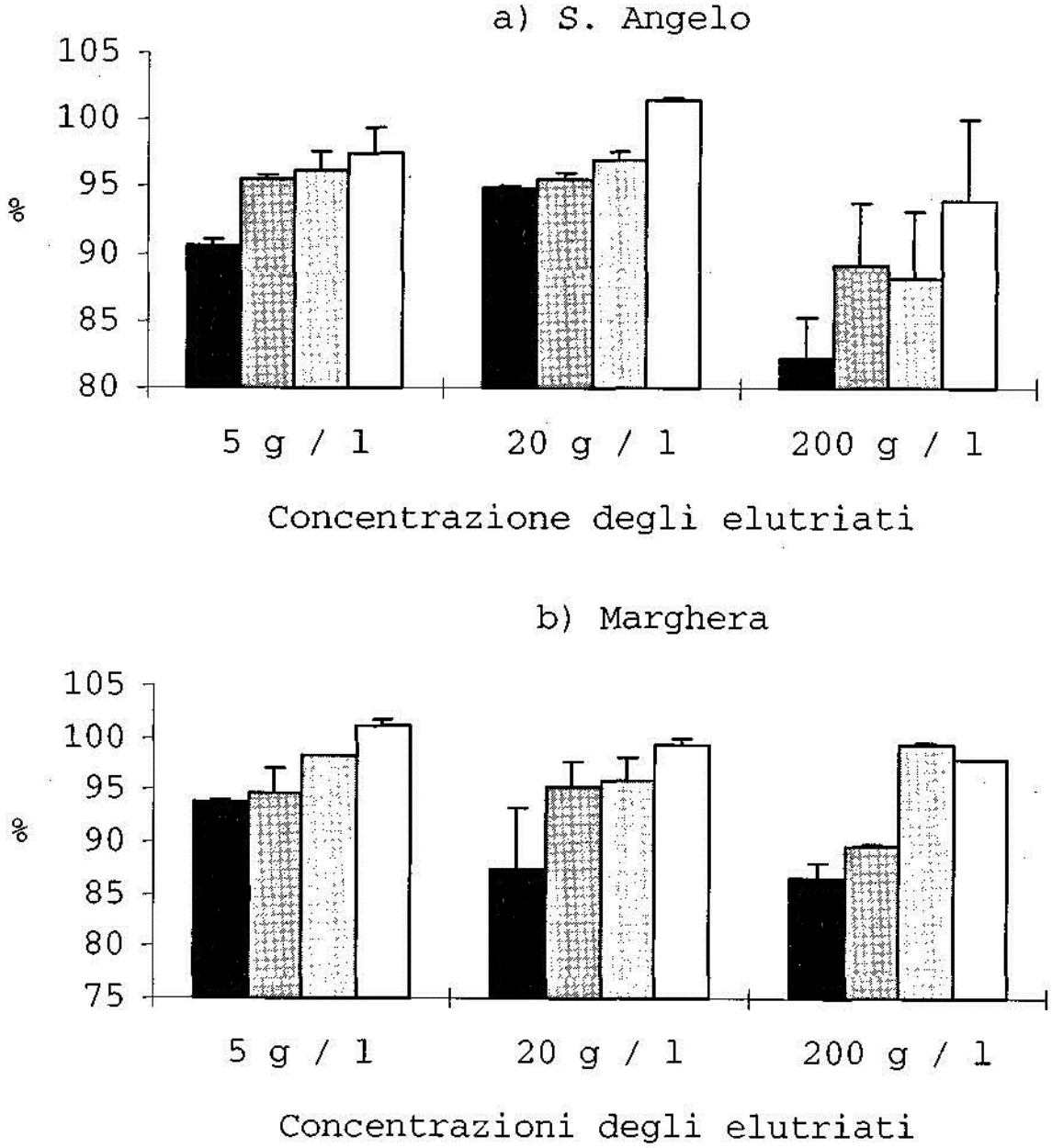


Fig. 1 - Effetto di estratti acquosi di due sedimenti (S.Angelo e Marghera) usati in tre diverse concentrazioni, sull' accrescimento di plutei di *Paracentrotus lividus*. Le lunghezze dei bastoncini somatici sono espresse come percentuale del controllo. Sono indicate le medie di due esperimenti (n = 180 per esperimento) e loro semirange.
nero = estratto non diluito
grigio scuro = estratto non diluito e filtrato 0.45µm
grigio chiaro = estratto diluito in rapporto 1:4 (1:10 nella conc. di 200 g/l)
bianco = estratto diluito e filtrato 0.45µm

Effects of elutriates from two sediments (S. Angelo and Marghera) used in three different concentrations on plutei development of *Paracentrotus lividus*. Somatic rod lenghts are expressed as control percentages. Mean values and semiranges from two experiments are shown.
black = non diluted elutriate
dark grey = non diluted and 0.45 µm filtered elutriate
light grey = diluted 1:4 (1:10 for 200 g/l concentration) elutriate
white = diluted and 0.45 µm filtered elutriate.

a 0,45 µm. Gli elutriati diluiti 1:4 e 1:10 danno risposte significativamente minori rispetto al non diluito, tranne che in due esperimenti. Gli stessi elutriati, filtrati a 0,45 µm mostrano accrescimenti significativamente maggiori rispetto ai non filtratri nel 50% dei casi.

Le percentuali di sopravvivenza presentano, rispetto al controllo, un netto trend discendente solo nei trattamenti con elutriati non diluiti e non filtrati.

Le frequenze degli stadi di sviluppo a 24 ore mostrano differenze significative solo negli elutriati 200 g/l. A 48 ore non sono mai significativamente diverse dal controllo.

Conclusioni

Gli embrioni di riccio di mare si sono rivelati efficienti bioindicatori in presenza di elutriati ottenuti dalla risospensione per breve tempo di basse quantità di sedimento proveniente da aree a diverso tipo di inquinamento.

La dose intermedia di 20 g/l sembrerebbe quella ottimale, consentendo generalmente una risposta embriotossica anche a livelli relativamente bassi di contaminazione del sedimento. In ogni caso la risposta biologica osservata non appare direttamente proporzionale alla quantità di sedimento utilizzato, in accordo con i risultati delle analisi chimiche. Tale aspetto verrà approfondito in ulteriori prove di tossicità utilizzando elutriati provenienti dalla sospensione in acqua di 5, 20 e 200 g/l su embrioni fratelli.

Gli elutriati così preparati sono convenientemente testabili su uova fecondate di riccio di mare senza ulteriori filtrazioni nè diluizioni: le prime possono eliminare frazioni più o meno consistenti di particellato finissimo cui sono legate sostanze xenobiotiche tossiche, le seconde possono non evidenziare un effetto tossico in presenza di sedimenti debolmente contaminati.

Sulla base dei risultati fin qui acquisiti, si prevede di valutare ulteriormente il rilascio di inquinanti da parte di sedimenti lagunari, aumentando il tempo di contatto sedimento-acqua e testando gli elutriati così ottenuti su embrioni di riccio di mare.

Bibliografia

BOUGIS P. (1967) - Utilisation des plutéus en écologie experiméntal. *Helgolander Wiss. Meeresunters*, **15**: 59-68

BOUGIS P., CORRE M.C., ETIENNE M. (1979) - Sea urchin larvae as a tool for assessment of the quality of water. *Ann. Inst. océanogr. Paris*, **55**: 21-26.

BRESSAN M., MARIN M.G., BRUNETTI R. (1991) - Effects of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) on skeletal development of sea-urchin embryos (*Paracentrotus lividus* Lmk). *Wat Res.*, **25**: 613-616.

BRUNETTI M., MARIN M.G., BRESSAN M., ZORDAN M., SOGGIA A. (1991) - Effects of the chelating agent nitrilotriacetic acid (NTA) on the toxicity of metals (Cd, Cu, Zn, and Pb) in the sea urchin Paracentrotus lividus Lmk. *Vie Milieu*, **41**: 39-43.

EPA (1988) - Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to marine and estuarine organisms. EPA 600/4-87-028, Cincinnati, OH: 239-398.

HANGSTROM B.E., LONNING S. (1973) - The sea urchin egg as a testing object in toxicology. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, **32** (suppl):1-49.

HARKEY G.A., LANDRUN P.F., KLAINE S.J. (1994) - Comparison of whole sediment, elutriate and pore-water exposures for use in assessing sediment-associated organic contaminants in bioassays. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **13**: 1315-1329.

PAGANO G., CIPOLLARO M., CORSALE G., ESPOSITO A., GIORDANO G.G., RAGUCCI E., TRIEFF N.M. (1988) - Comparative toxicities of benzene, chlorobenzene, and dichlorobenzenes to sea urchin embryos and sperm. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **40**: 481-488.

PAGANO G., ANSELMI B., DINNEL P.A., ESPOSITO A., GUIDA M., IACCARINO M., MELLUSO G., PASCALE M., TRIEFF N.M. (1993) - Effects of sea urchin fertilization and embryogenesis of water and sediment from two rivers in Campania, Italy. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **25**: 20-26.

SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1981) - *Biometry.* W.H. Freeman & Co., New York: 859 pp.

WARNAU M., PAGANO G. (1994) - Developmental toxicity of $PbCl_2$ in the echinoid *Paracentrotus lividus* (Echinodermata). *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, **53**: 434-441.

ZHUANG Y., ALLEN H.E. FU G. (1994) - Effects of areation of sediment on Cadmium binding. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **13**: 717-724.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 637-639

A. De Benedictis, C. Gambardella

Dip. Genetica, Biologia Generale e Molecolare dell'Università di Napoli,
Via Mezzocannone, 8 - 80147 Napoli, Italia.

EFFETTI DEL FERRO SU DUE SPECIE DI CROSTACEI MARINI

EFFECTS OF IRON ON TWO MARINE CRUSTACEANS

Abstract

The toxicity of iron on Idotea baltica *and* Gammarus insensibilis *has been studied. These species were collected in a coastal lagoon situated in an area with high anthropic input. Furthermore the presence of a detoxification mechanisms for iron has been discussed.*

Key-words: iron, toxicity, marine crustaceans, x-ray analysis.

Introduzione

La contaminazione da metalli pesanti rappresenta un grave problema per gli ecosistemi. Alcuni di essi trovano largo impiego in molteplici attività umane, sia agricole che industriali.

In questo lavoro è stata studiata la sopravvivenza al ferro di due crostacei, *Idotea baltica* e *Gammarus insensibilis*, diffusi nella laguna di Lesina (FG), che è localizzata in un'area sottoposta a forte input agricolo.

Poiché nei crostacei i metalli si accumulano preferenzialmente nell'epatopancreas (Brown, 1982; Depledge e Rainbow, 1990; Weeks, 1992; de Nicola *et al.*, 1993) e poichè nella laguna vi è un notevole apporto di ferro nella laguna in seguito alla sua utilizzazione in agricoltura, si è indagata sull'eventuale presenza di sistemi di compartimentalizzazione di questo metallo nelle cellule dell'epatopancreas di *Idotea baltica* e di *Gammarus insensibilis* presenti nella Laguna di Lesina.

Materiali e metodi

Esemplari della stessa dimensione e sesso di *Idotea baltica* e *Gammarus insensibilis*, raccolti nella laguna di Lesina, sono stati esposti in condizioni standard di laboratorio (LD 12:12; T 15°C) ad una concentrazione di 0,5 mg/l di ferro in forma ionica (Fe^{3+}) ed è stata seguita la sopravvivenza fino al 24° giorno di trattamento.

Per mantenere le concentrazione costanti, le soluzioni venivano cambiate ogni due giorni.

Da esemplari di *I.b.* e *G.i.*, raccolti al 10° giorno di trattamento, si sono isolati gli epatopancreas che dopo fissazione e inclusione in resina sono stati osservati al microscopio elettronico a trasmissione (TEM).

Inoltre è stata determinata la composizione di granuli e cristalli mediante microananlisi ai raggi X.

Infine gli effetti del ferro sulla popolazione di *I.b.* presente nella Laguna di Lesina sono stati confrontati mediante Anova test con quelli su una popolazione della stessa specie che vive nel Golfo di Napoli.

Risultati e discussione

Idotea baltica e *Gammarus insensibilis*, provenienti dalla Laguna di Lesina, mostrano sensibilità significativamente differente ($p<0,001$): al 18° giorno di esposizione gli anfipodi presentavano una sopravvivenza di circa 80% e *Idotea baltica* del 50%.

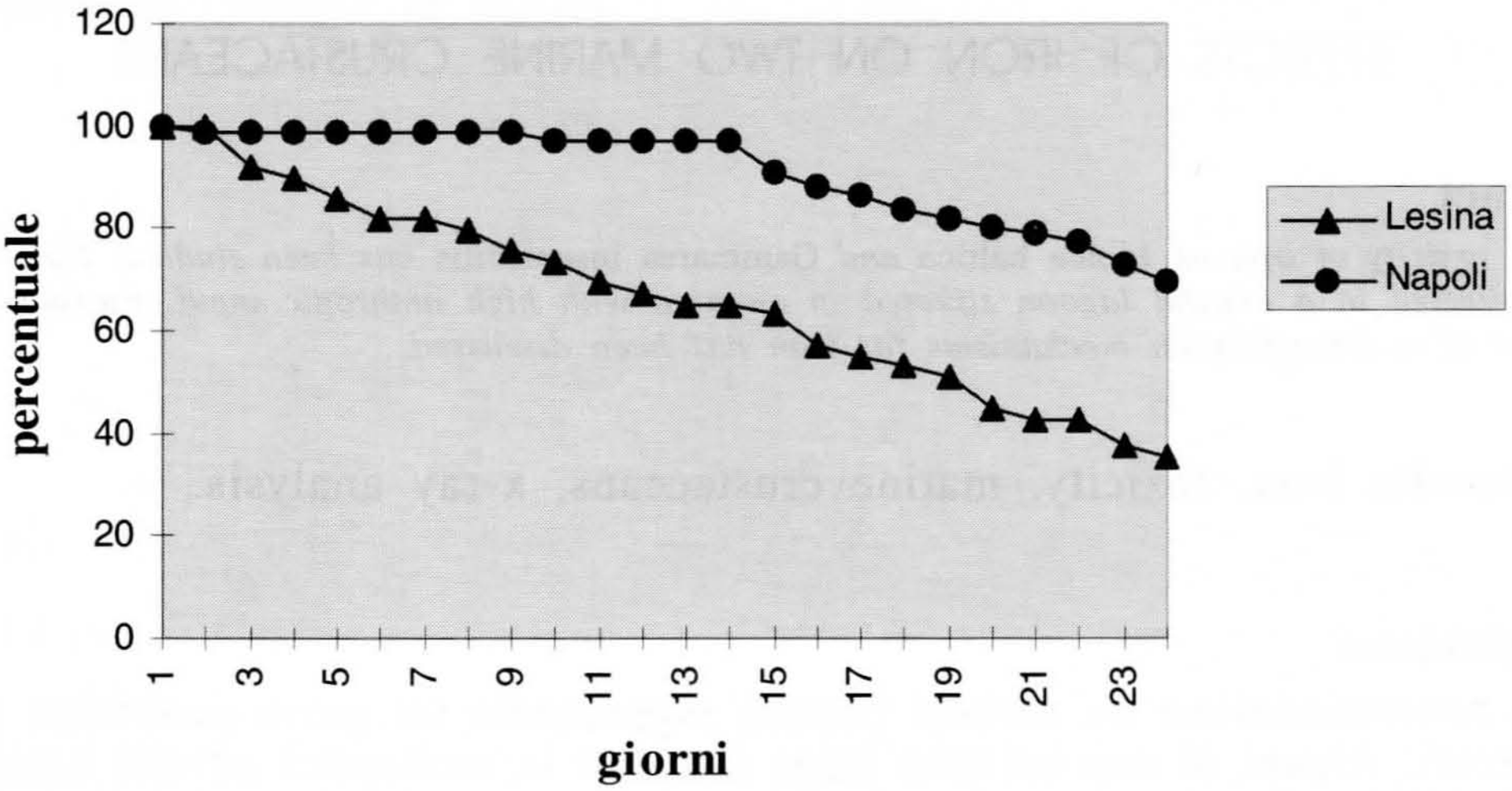


Fig. 1 - Effetto di 0,5 mg/l di Fe^{3+} sulla sopravvivenza di esemplari di *Idotea baltica* e *Gammarus insensibilis* raccolti nella laguna di Lesina.

Effect of 0,5 mg/l Fe on survivorship of *Idotea baltica* and *Gammarus insensibilis* specimens.

L'*Idotea baltica* che è presente nella Laguna di Lesina ha mostrato una sopravvivenza che differisce significativamente ($p<0.01$) rispetto a quella di una popolazione della stessa specie presente nel Golfo di Napoli (Fig. 2).

Le cellule dell'epatopancreas dell'*I. baltica* presentano granuli contenenti ferro, alcuni dei quali con struttura cristallina, la cui presenza aumenta dopo esposizione al metallo. Queste strutture sono più numerose negli esemplari raccolti nel Golfo

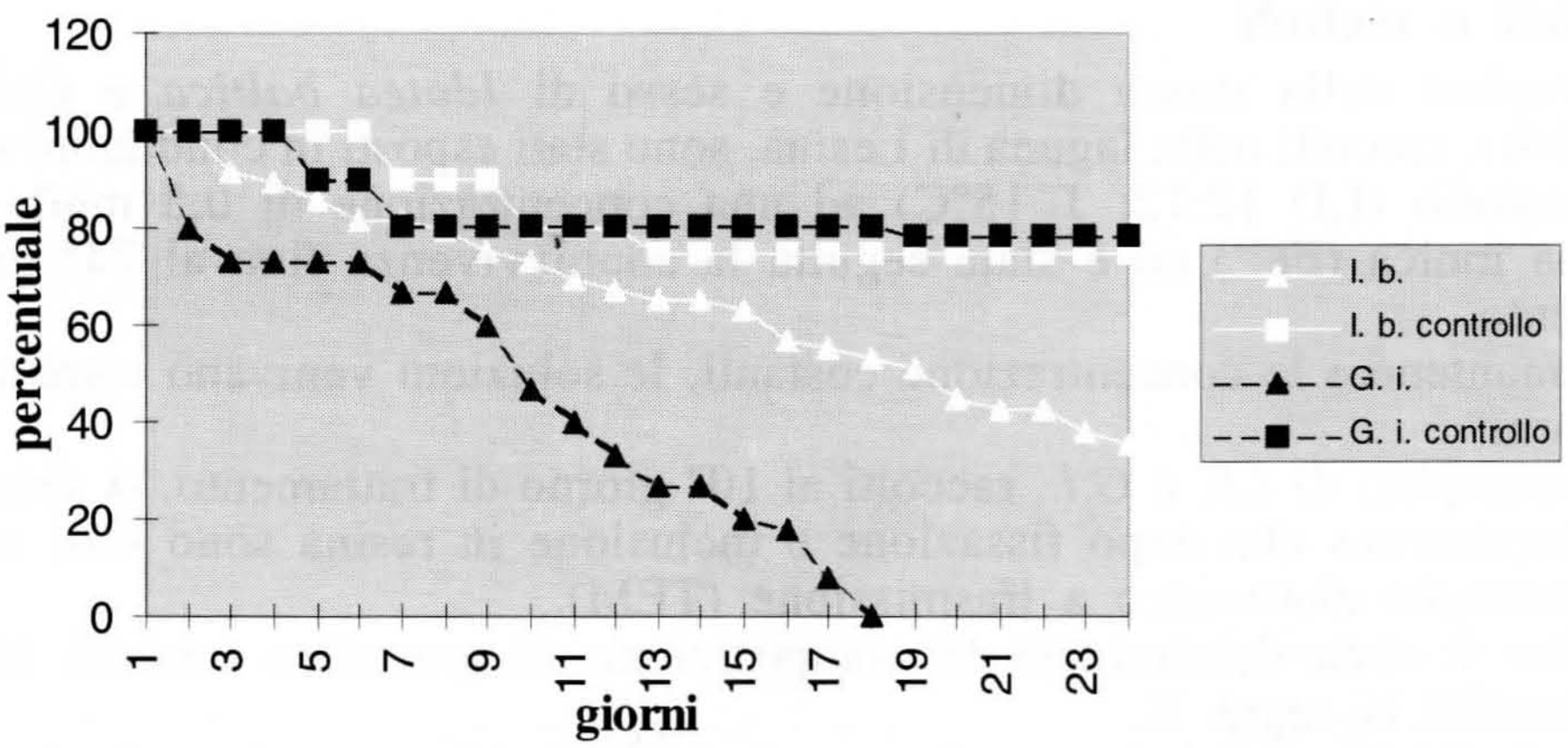


Fig. 2 - Effetto di 0,5 mg/l di Fe^{3+} sulla sopravvivenza di esemplari di *Idotea baltica* appartenenti a due popolazioni, l'una presente nella laguna di Lesina l'altra nel Golfo di Napoli.

Effect of 0,5 mg/l Fe on survivor ship of two different population of *Idotea baltica*.

di Napoli. Esse inoltre non sono state rinvenute nelle cellule dell'epatopancreas di *G. insensibilis*, sia dei controlli che dei trattati.

Il sequestro del ferro in granuli e cristalli potrebbe rappresentare un sistema di detossificazione che permette l'accumulo del metallo, nelle cellule dell'epatopancreas, in strutture inerti che successivamente possono essere eliminate nell'ambiente esterno. Le differenti risposte di sopravvivenza delle due specie e, per quanto riguarda *I. baltica,* delle due popolazioni possono essere messe in relazione con la loro differente capacità di sequestrare il ferro.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. G. Gragnaniello per l'assistenza tecnica al microscopio elettronico a trasmissione.

Bibliografia

BROWN B.E. (1982) - The form and function of metal-containing granules in invertebrate tissues. *Biol. Rev.,* **57**: 621-667.

WEEKS J.M. (1992) - Copper-rich granules in the ventral caeca of talitrid amphipods (Crustacea; Amphipoda: Talitridae). *Ophelia,* **36**: 119-133.

DEPLEDGE M.B., RAINBOW P.S. (1990) - Models of regulation and accumulation of trace metals in marine invertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.,* **97C**: 1.

DE NICOLA M., CARDELLICCHIO N., GAMBARDELLA C., GUARINO S.M., MARRA C. (1993) - Effects of cadmium on survival, accumulation, hystopathology and PGM polymorphism in the marine isopod *Idotea baltica.* In: Rainbow, Dallinger (eds.) *Ecotoxicology of metals in invertebrates*, Lewis Publishers, Boca Raton: 103-116.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 640-642

A.M. DEIANA, M.L BIANCHINI**, E. COLUCCIA, A. MILIA*, R. CANNAS, D. SERRA, S. SALVADORI

Dip. di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.
*Dip. di Biologia Sperimentale, Università di Cagliari, Italia.
**C.N.R. RAISA - Roma, Italia.

DATI PRELIMINARI SULLA CARIOLOGIA DELLA MAGNOSA (*SCYLLARIDES LATUS*, CRUSTACEA, DECAPODA)

PRELIMINARY DATA ON THE KARYOLOGY OF *SCYLLARIDES LATUS* (CRUSTACEA, DECAPODA)

Abstract

We investigated mitotic and meiotic chromosomes of Scyllarides latus *utilizing Q- and DA-DAPI-banding.*

Key-words: Crustacea, Decapoda, karyology, fluorochrome banding.

Introduzione

I Crostacei Decapodi sono caratterizzati da numeri cromosomici elevati e talvolta variabili (Nakamura *et al.*, 1988); mostrano inoltre un ampio intervallo di contenuto di DNA da 1,3 pg/C a 22,6 pg/C; questo ultimo valore è uno tra i più alti nel regno animale (Lécher *et al.*, 1995). Della famiglia Scyllaridae è stato studiato il complemento cromosomico di *Scyllarus arctus* L. (Deiana *et al.*, 1992); in questo lavoro riportiamo dati preliminari relativi allo studio della mitosi e della meiosi spermatogoniale in *S. latus* Latreille, specie mediterranea rara e protetta.

Materiali e metodi

I preparati cromosomici sono stati ottenuti dal tessuto testicolare di due individui con il metodo diretto, seguito da colorazione in Giemsa al 5% in tampone fosfato a pH 6,8.

Il bandeggio Q è stato eseguito secondo Caspersson *et al.* (1968) e il bandeggio con DA-DAPI secondo Schweizer *et al.* (1978).

Risultati e conclusioni

Il complemento cromosomico è composto da cromosomi prevalentemente meta- e submetacentrici; in particolare si possono evidenziare sei coppie di grandi cromosomi, di cui quattro submetacentrici e due metacentrici, mentre il resto del complemento è costituito da cromosomi di lunghezza decrescente. Dall'esame e dal conteggio di 20 metafasi mitotiche e 40 fra metafasi I e II, si è individuato un numero cromosomico compreso tra 126 e 140 (Fig. 1, a, f). L'alto numero e la piccola dimensione dei cromosomi e i pochi individui esaminati non hanno consentito l'individuazione del valore 2n della specie. Il numero delle tetradi in metafase I è compreso tra 65 e 70; in diplotene-diacinesi è possibile osservare sei grandi figure ad anello, a due e tre chiasmi, formate dalle coppie di cromosomi

di maggiore dimensione; sono inoltre visibili figure a croce e numerose associazioni termino-terminali (Fig. 1, d).

La Quinacrina e il DA-DAPI, fluorocromi che si legano al DNA ricco in A+T, mostrano evidenti bande nel braccio lungo dei cromosomi di maggiore dimensione (Fig 1, b, c); tali blocchi fluorescenti sono evidenziabili anche nelle figure meiotiche (Fig. 1, e, g).

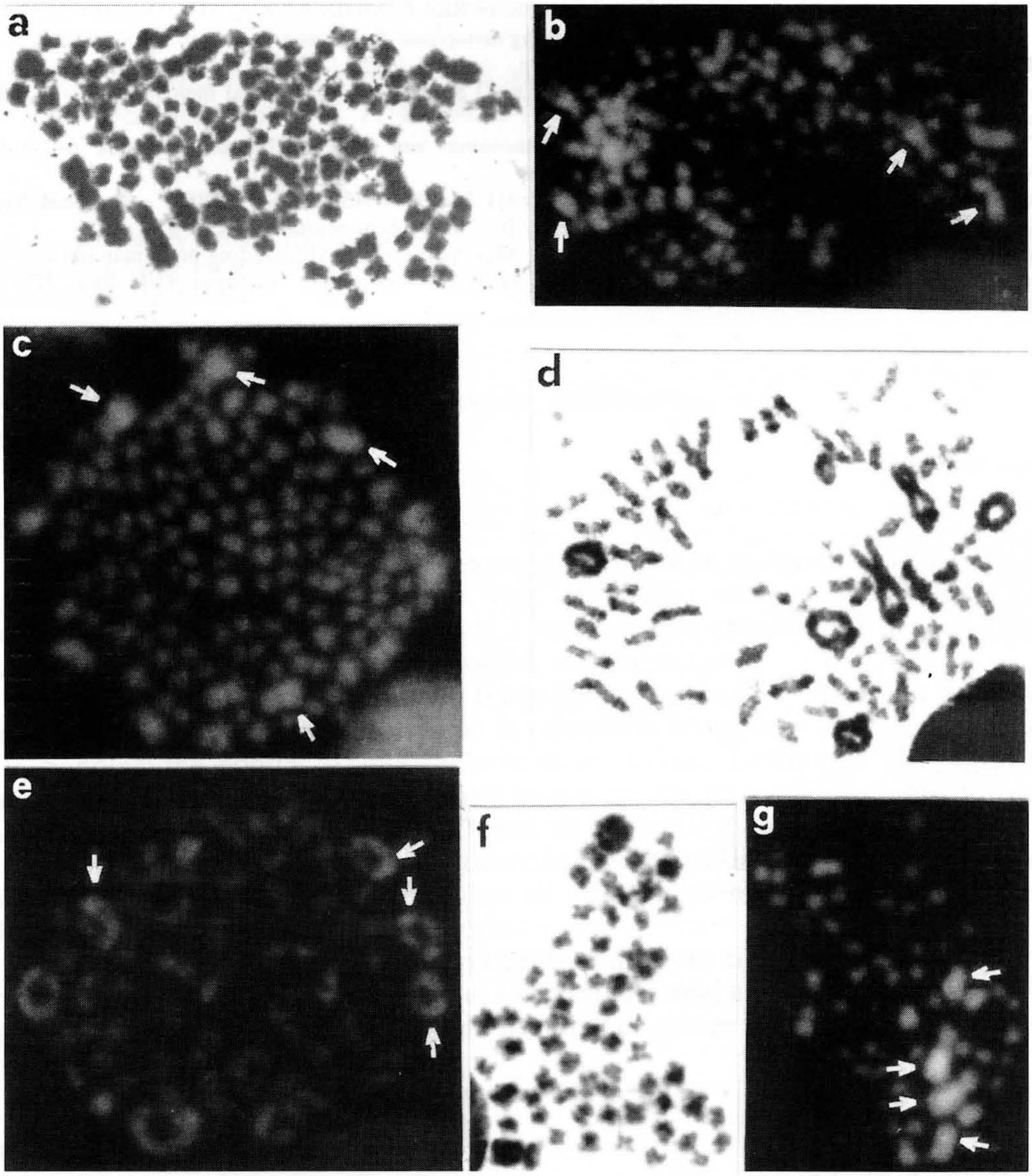


Fig. 1 - Metafasi spermatogoniali dopo colorazione in Giemsa (a), bandeggio DA-DAPI (b) e Q (c); metafasi I dopo colorazione in Giemsa (d) e DA-DAPI (e); metafasi II dopo colorazione in Giemsa (f) e DA-DAPI (g) (→: bande fluorescenti sui cromosomi di maggiore dimensione).

Spermatogonial metaphases after Giemsa staining (a), DA-DAPI- (b) and Q- (c) banding; metaphases I after Giemsa (d) and DA-DAPI- (e) staining; metaphases II after Giemsa (f) and DA-DAPI- (g) staining, (arrows indicate the bands on the largest chromosomes).

Il confronto con *Scyllarus arctus*, specie mediterranea appartenente alla stessa famiglia, evidenzia che in entrambe le specie il complemento è composto prevalentemente da cromosomi meta- e submetacentrici e che il valore 2n di *Sc.latus* è circa il doppio di quello di *Sc. arctus*.

Bibliografia

CASPERSON T., FARBER S., FOLEY G.E., KUDYNOWSKI J., MODEST E.J., SIMONSSON E., WAGH U., ZECH L. (1968) - Chemical differentiation along metaphase chromosomes. *Experimental Cell Research*, **49**: 219-222.

DEIANA A.M., COLUCCIA E., MILIA A., SALVADORI S. (1992) - Mitosis and meiosis of two Decapoda species. *Oebalia*, suppl. **17**: 571-572.

LECHER P., DEFAYE D., NOEL P. (1995) - Chromosomes and nuclear DNA of Crustacea. *Invertebrate Reproduction and Development*, **27** (2): 85-114.

NAKAMURA H.K., MACHII A., WADA K.T., AWAJI M., TOWNSLEY S.J. (1988) - A Check List of Decapod Chromosomes (Crustacea). *Bull. Natl. Res. Inst. Acquaculture*, **13**: 1-9.

SCHWEIZER D., AMBROS P., ANDRLE M. (1978) - Modification of DAPI banding on human chromosomes by restaining with a DNA binding oligopeptide antibiotic, dystamicin A. *Exper. Cell. Res.*, **111**: 327-332.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 643-645

M. Faimali, V. Romairone, A. Terlizzi, D. Scuderi*, S. Geraci

Istituto per la Corrosione Marina dei Metalli, CNR, Via De Marini, 6 - 16124, Genova, Italia.
*Ist. Autom. Navale, CNR, Genova, Italia.

FOTOTATTISMO LARVALE IN *BALANUS AMPHITRITE* E *ARTEMIA SALINA*: POSSIBILI IMPIEGHI IN TEST ECOTOSSICOLOGICI PER ANTIVEGETATIVE

LARVAL PHOTOTAXIS IN *BALANUS AMPHITRITE* AND *ARTEMIA SALINA*: POSSIBLE USE AS A BIOASSAY FOR ANTIFOULING PAINTS

Abstract

A new laboratory test utilising the swimming alteration of Balanus amphitrite *(Crustacea, Cirripedia) nauplius II, induced by a light cue (phototactism) is presented as an index of environmental impact for antifouling leacheates.*

The results show a changing phototactism related to antifouling concentration.

Key-words: Phototactic behavior, Biocide, Antifouling, Toxicity-tests, Crustacean-Larvae.

Introduzione

La reazione a stimoli luminosi, fenomeno diffuso in molte larve di invertebrati marini, si manifesta nelle prime fasi dell'ontogenesi attraverso una tassia (+/-), la cui frequenza di inversione e durata è strettamente correlata all'interazione tra i fattori ambientali e lo stato fisiologico dell'organismo.

Le larve di *B. amphitrite* hanno un fototattismo positivo che le spinge a dirigersi, immediatamente dopo il rilascio, verso la superficie sfuggendo così alla predazione della popolazione adulta. Anche le larve di *A. salina*, facilmente allevabili, presentano uno spiccato fototattismo positivo pur se, da prove preliminari, mostrano una bassa affidabilità di risposta (Dojmi di Delupis e Rotondo, 1988).

Scopo del presente lavoro era verificare la possibilità di utilizzare il fototattismo, per quantificare uno stress fisiologico di origine chimica mediante la misura dell'alterazione della capacità natatoria.

È stato quindi sperimentato, in via preliminare, un metodo per confrontare la sensibilità di risposta delle due specie e, successivamente, utilizzando la più sensibile, applicarlo a studi sulla tossicità di alcuni lisciviati di pitture antifouling per prevederne il potenziale impatto ambientale.

Materiali e metodi

Il test è stato effettuato attraverso un apparato (Fig. 1) costituito da un flacone opportunamente modificato per consentire il passaggio del fascio luminoso e delle larve. La prova consiste nel separare e quantificare le larve con risposta fotopositiva esposte per 5 minuti allo stimolo luminoso.

Il confronto tra le due specie è stato effettuato prelevando da colture i nauplii di *B. amphitrite,* al II° stadio di sviluppo, più sensibili allo stimolo luminoso (Crisp e Ritz, 1973), e quelli di *A. salina* subito dopo la schiusa delle cisti (24 ore

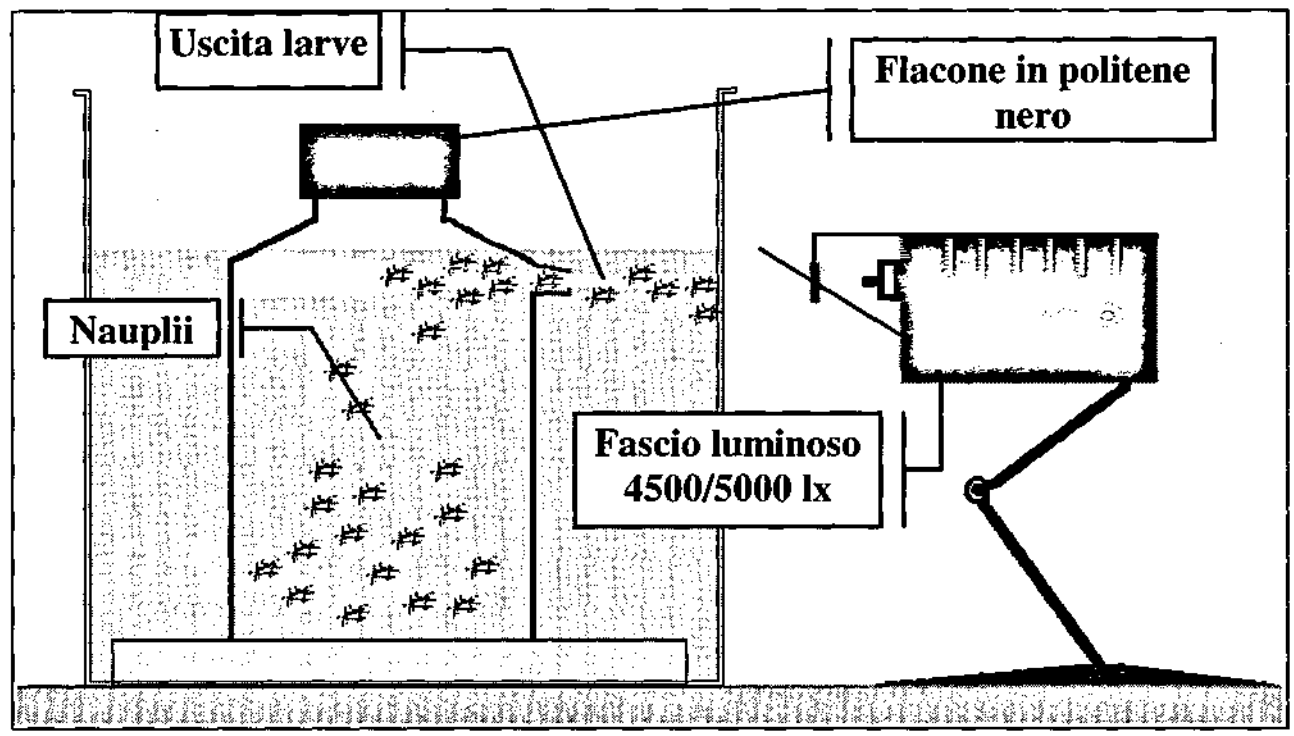


Fig. 1 - Schema dell'apparato per il test fototattico.

Phototaxis test apparatus (schematic).

dall'idratazione). Quest'ultimo organismo è già stato utilizzato per la sua fotosensibilità in saggi biologici (Blundo e Djomi di Delupis, 1983; Saunder *et al.*, 1985; Dojmi di Delupis e Rotondo, 1988).

Il test è stato applicato ai lisciviati di 3 pitture antivegetative marine con biocidi di tipo tradizionale le cui rispettive concentrazioni, misurate come quantità di rame liberato nell'unità di superficie e di tempo, erano: A= 21, B= 50,C= 178 $\mu g/(cm^2.d)$. Le larve di *B. amphitrite* sono state tenute in contatto con i lisciviati in armadio termostatato, senza ossigenazione e alimentazione, a 20±1°C con fotoperiodo 16h.L./ 8h.D. per 24 ore.

Ogni 2 ore veniva effettuato un test fototattico, in due repliche, con 200-500 individui per ogni lisciviato e il rispettivo controllo.

Risultati e discussione

Da queste prove iniziali risulta che il test utilizzato è un metodo semplice e rapido per valutare la risposta fototattica di alcuni organismi planctonici. Le due specie provate *A. salina* e *B. amphitrite* hanno mostrato differenti risposte allo stimolo luminoso fornito (4500-5000 lx).

Le larve di *B. amphitrite* hanno risposto positivamente per il 92% entro i primi 5 minuti, mentre quelle di *A. salina,* dopo lo stesso periodo di tempo, solo per il 14%.

Inoltre i Cirripedi hanno mostrato, in tutte le prove, un'alta correlazione (R= 0,99) tra gli individui con risposta positiva e il totale di individui per campione. Questi dati sembrano in accordo con quelli di Crisp e Ritz (1973), che in *B. balanoides* osservarono una risposta fotopositiva nei primi 10 minuti, nella "maggior parte" dei nauplii di II stadio esposti costantemente alla luce con illuminazione di 5.4×10^3 lx.

L'applicazione del test, utilizzando i nauplii di *B. amphitrite,* ai lisciviati delle

pitture antivegetative (Fig. 2), fa individuare tre diversi comportamenti che evidenziano, nel tempo, l'annullamento della risposta fototattica a concentrazioni crescenti di rame. In tutte le prove con i lisciviati al momento dell'annullamento della risposta fototattica la mortalità era del 5-10% rispetto al 3-5% dei controlli.

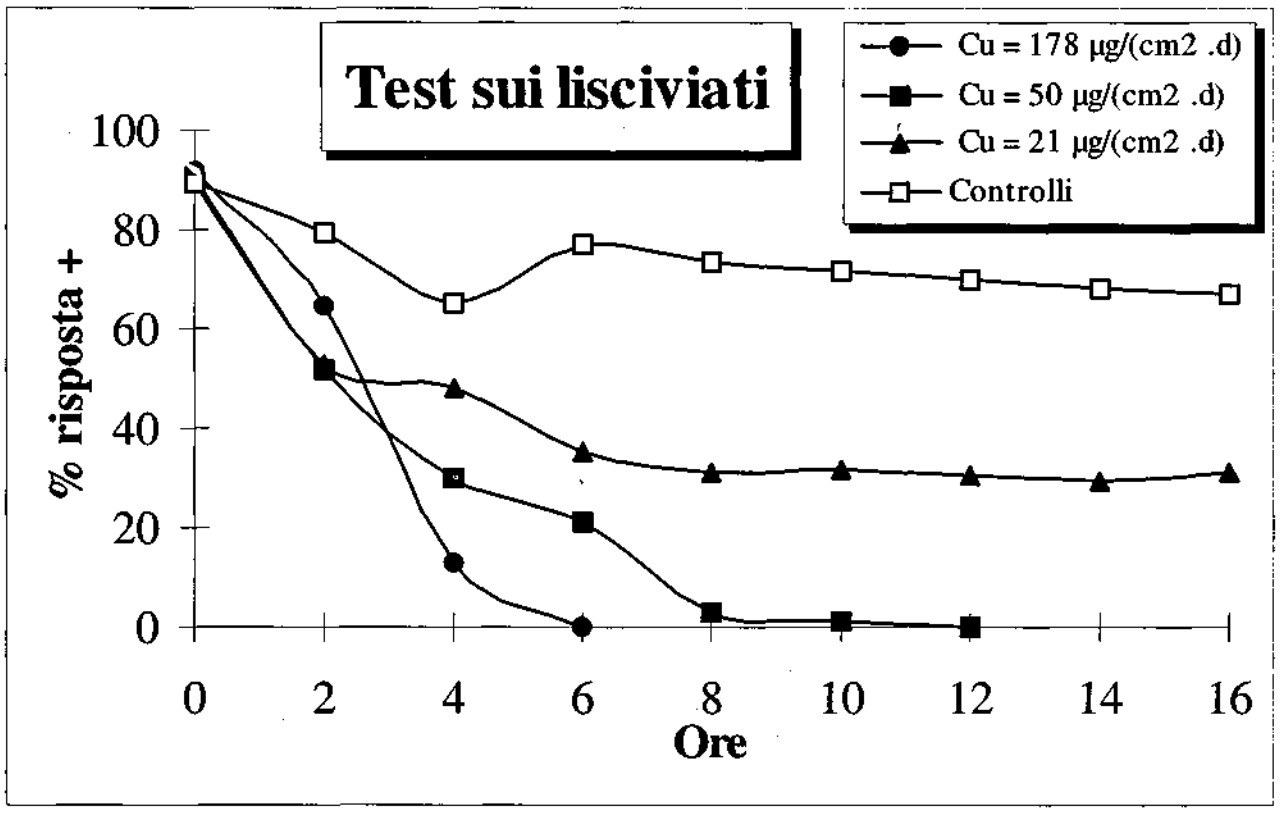


Fig. 2 - Annullamento della risposta fototattica naupliare di *B. amphitrite* con tre lisciviati di pitture antifouling.

Balanus amphitrite phototaxis reduction with the antifouling leacheates.

Bibliografia

BLUNDO R. A., DJOMI DI DELUPIS G. (1983) - Valutazione ecotossicologica basata sul comportamento fototattico di nauplii di *Artemia salina*. Atti del Sem. *I Biologi e l'ambiente*, Reggio Emilia 17-18, febbraio 1983.

CRISP D.J., RITZ D.A. (1973) - Responses of Cirripede Larvae to Light.I. Experiments with white light. *Mar. Biol.*, **23**: 327-335.

DOJMI DI DELUPIS G., ROTONDO V. (1988) - Phototaxis in aquatic invertebrates: possible use in ecotoxicity tests. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **16**: 189-193.

SAUDERS J.P., TRIEFF N.M., KALMAZ E.E., UCHIDA T. (1985) - Effect of mercuric ion on attraction to light of *Artemia* sp. nauplii. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **9**: 112-120.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 646-648

F. MALTAGLIATI

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa,
Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

ISOENZIMI DELLA LATTATO DEIDROGENASI IN *APHANIUS FASCIATUS* (ATHERINIFORMES: CYPRINODONTIDAE)

LACTATE DEHYDROGENASE ISOENZYMES IN *APHANIUS FASCIATUS* (ATHERINIFORMES: CYPRINODONTIDAE)

Abstract

Electrophoretic analyses of the LDH isoenzymes of some tissues of Aphanius fasciatus *(Atheriniformes: Cyprinodontidae) indicates that three* LDH loci: Ldh-A, Ldh-B *and* Ldh-C *are active and show a different tissue expression. Loci* Ldh-A *and* Ldh-B *are expressed by all tissues analysed,* Ldh-C *is expressed only by eye tissue.*

Key-words: *Aphanius fasciatus*, LDH, isoenzymes, electrophoresis.

Introduzione

I sistemi isoenzimatici multilocus come quello della lattato deidrogenasi (LDH; E.C. 1.1.1.27) sono esempi di duplicazione genica che, con l'evoluzione, ha portato allo sviluppo di proteine omologhe nei pesci e negli altri vertebrati (Markert *et al.*, 1975).

La LDH nei vertebrati è un enzima tetramerico i cui loci A e B derivano da un evento di duplicazione genica che si ritiene abbia avuto luogo circa 500 milioni di anni fa in concomitanza con la comparsa dei pesci. In passato è stata messa in evidenza da vari Autori l'esistenza di tre geni (*Ldh*-A, *Ldh*-B e *Ldh*-C) in varie famiglie di teleostei (Shaklee *et al.*, 1973; Markert *et al.*, 1975).

Nel presente lavoro viene effettuata un'analisi qualitativa del sistema enzimatico LDH di *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827, piccolo teleosteo ciprinodontide tipico delle acque salmastre, marine ed iperaline degli stagni, delle lagune e dei tratti terminali dei corsi d'acqua mediterranei.

Materiali e metodi

Dieci individui di *Aphanius fasciatus* sono stati raccolti in località La Salina presso le Terme di San Giovanni in un microhabitat salmastro nella Rada di Portoferraio (Isola d'Elba, LI), trasportati in laboratorio e posti a -80°C.

Prima delle analisi elettroforetiche si è proceduto al decongelamento degli individui e, per ciascuno di essi, si è proceduto alla rimozione degli occhi, del fegato, del cuore, delle branchie, dell'intestino, delle gonadi e di una parte del muscolo epiassiale.

Gli estratti dei tessuti sopracitati sono stati usati per le analisi elettroforetiche, effettuate su acetato di cellulosa e per l'isoelectric focusing su gel di poliacrilamide. La colorazione delle strisce elettroforetiche e dei gel di isoelectric focusing è stata effettuata secondo i protocolli di Pasteur *et al.* (1987) leggermente modificati.

Risultati

L'elettroforesi su acetato di cellulosa e l'isoelectric focusing hanno dato risultati identici, a dimostrazione del fatto che l'acetato di cellulosa è un substrato elettroforetico efficace per la separazione degli isoenzimi della LDH. Il pattern elettroforetico della LDH (Fig. 1) indica che gli isoenzimi rilevati sono il prodotto tetramerico di tre loci differenti (A, B e C), come già rilevato per altri teleostei (Vrijenhoek, 1972; Markert *et al.*, 1975; Coppes de Achaval *et al.*, 1990). La LDH dell'occhio presenta un bandeggio altamente anodico dovuto all'omotetramero C_4 ed agli eterotetrameri A_3C, A_2C_2 e AC_3, mentre sembrano essere assenti A_3B_1, A_2B_2 e A_1B_3 (Fig. 1). Negli altri tessuti analizzati sono espressi i loci A e B che danno origine solamente agli omotetrameri A_4 e B_4. L'isoenzima A_4 ha una carica negativa netta superiore a quella di B_4. Inoltre A_4 dà un'intensa colorazione in tutti i tessuti analizzati tranne il fegato, in cui la colorazione dovuta a B_4 è molto più intensa. Gli zimogrammi della LDH del cuore, dell'intestino, delle branchie, delle gonadi sono uguali in tutto, tranne che per l'intensità relativa di colorazione di bande analoghe. Ciò può essere dovuto a differenze della concentrazione dei due isoenzimi nei vari tessuti, oppure, più verosimilmente, a differenze verificatesi durante il processo di omogeneizzazione dei tessuti.

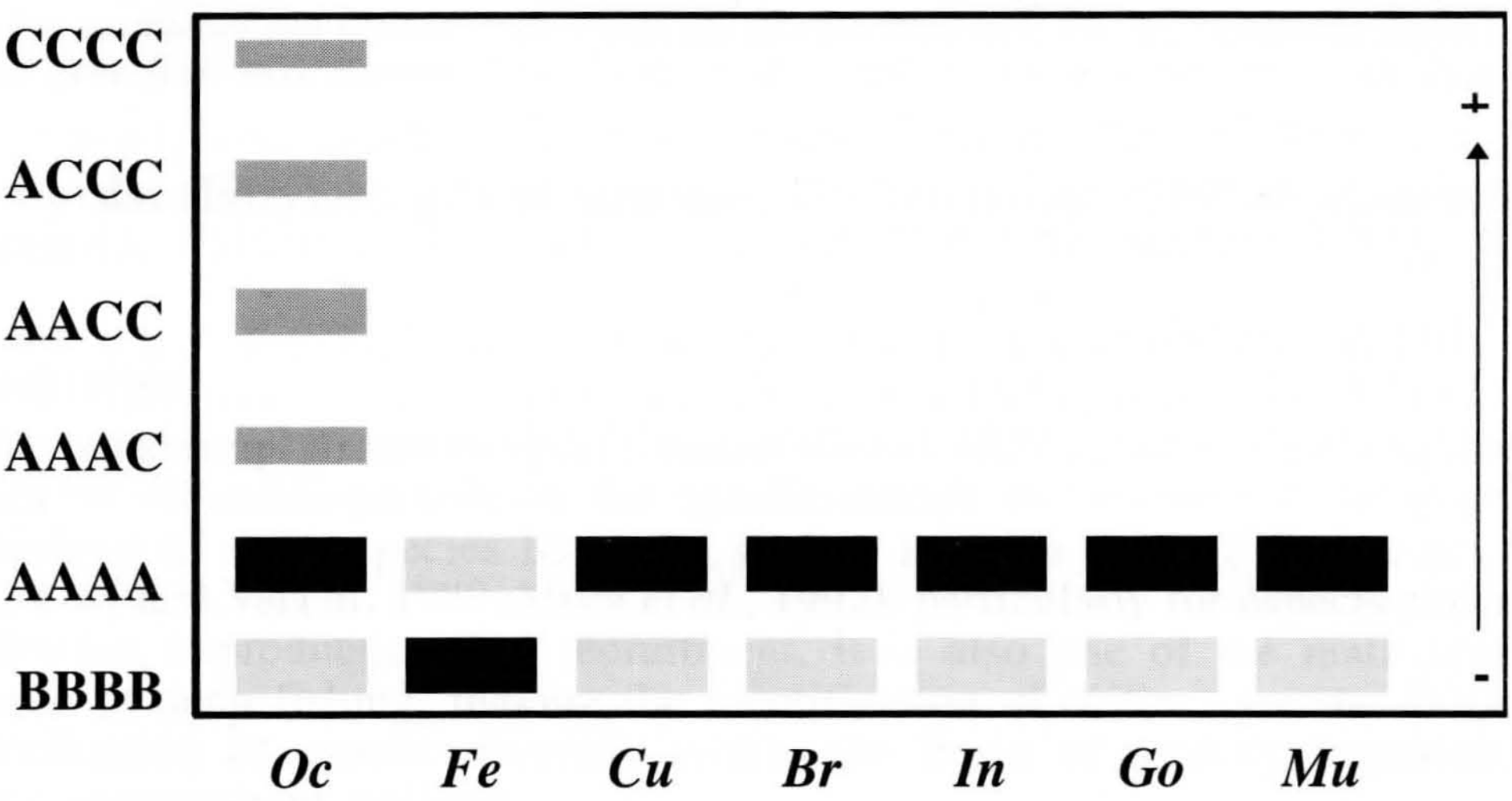


Fig. 1 - Zimogramma relativo alla LDH in *Aphanius fasciatus*. *Oc* = occhio; *Fe* = fegato; *Cu* = cuore; *Br* = branchie; *In* = intestino; *Go* = gonadi; *Mu* = muscolo. La freccia indica la direzione della migrazione elettroforetica.

LDH zymogram in *Aphanius fasciatus*. *Oc* = eye; *Fe* = liver; *Cu* = heart; *Br* = gills; *In* = intestine; *Go* = gonads; *Mu* = muscle. Arrow indicates the electrophoretic migration.

Discussione e conclusioni

Aphanius fasciatus conferma il trend evolutivo dell'ordine Atheriniformes per i geni della LDH proposto da Markert *et al.* (1975) e Coppes de Achaval *et al.* (1990). In questa specie l'isoenzima A_4 ha una carica più negativa rispetto a B_4. L'espressione dei tre loci della LDH nei tessuti segue quella della maggior parte dei vertebrati: A_4 preferenzialmente nel muscolo scheletrico, B_4 nel tessuto epatico e C_4 nel tessuto nervoso e nell'occhio. Nei teleostei primitivi l'espressione del

gene *Ldh*-C è diffusa in vari tessuti, ma è invece localizzata in determinati organi nelle specie più evolute. *A. fasciatus*, quindi, pur essendo ritenuto da alcuni Autori un relitto dell'antica fauna della Tetide, per quanto riguarda le caratteristiche della LDH, si comporta come le specie più evolute dei pesci ossei. In queste ultime, infatti, l'omopolimero C_4 viene generalmente espresso come isoenzima altamente anodico del tessuto nervoso e dell'occhio.

Bibliografia

COPPES DE ACHAVAL Z.L., DE VECCHI S., FERREIRA E., HIRSCHHORN M. (1990) - Multilocus isozyme systems in fishes. *Comp. Biochem. Physiol.*, **96B** (1): 1-13.

MARKERT C.L., SHAKLEE J.B., WHITT G.S. (1975) - Evolution of a gene. *Science*, **189**: 102-114.

PASTEUR N., PASTEUR G., BONHOMME F., CATALAN J., BRITTON-DAVIDIAN (1987) - *Manuel technique de génetique par électrophorèse des protéines*. Collection Technique et Documentation, Lavoisier, Paris: 217 pp.

SHAKLEE J.B., KEPES K.L., WHITT G.S. (1973) - Specialized lactate dehydrogenase isozymes: the molecular and genetic basis for the unique eye and liver LDHs of teleost fishes. *J. Exp. Zool.*, **185**: 217-240.

VRIJENHOEK R.C. (1972) - Genetic relationships of unisexual-hybrid fishes to their progenitors using lactate dehydrogenase isozymes as gene markers (*Poeciliopsis*, Poeciliidae). *Amer. Nat.*, **106** (952): 754-766.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 649-653

A. MARCHI, G. CAULI, A. CAU*

Dipartimento di Biologia Sperimentale, Sezione di Genetica, Università di Cagliari,
Viale Poetto, 1 - 09126 Cagliari, Italia.
*Dip. di Biologia Animale ed Ecologia, Univ. di Cagliari, Italia.

BIOCHEMICAL GENETICS OF ARISTEIDS. II. GENETIC STRUCTURE AND VARIATION OF THE RED SHRIMP, *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* (CRUSTACEA, DECAPODA)

GENETICA BIOCHIMICA DEGLI ARISTEIDI. II. STRUTTURA GENETICA E VARIABILITÀ NEL GAMBERO ROSSO, *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* (CRUSTACEA, DECAPODA)

Abstract

Genetic structure and differentiation of the red shrimp, A. foliacea *(Crustacea, Decapoda), in the Mediterranean Basin were investigated through the electrophoretic analysis of 21 enzyme loci on samples collected in 5 different localities along the coasts of Sardinia and Sicily. Results indicate low level of genetic variability and heterogeneity within the species. However, low but significant differences and reduced gene flow were detected between the Sicilian and Sardinian populations.*

Key-words: allozymes, genetic structure, differentiation, *Aristeomorpha foliacea*, Crustacea.

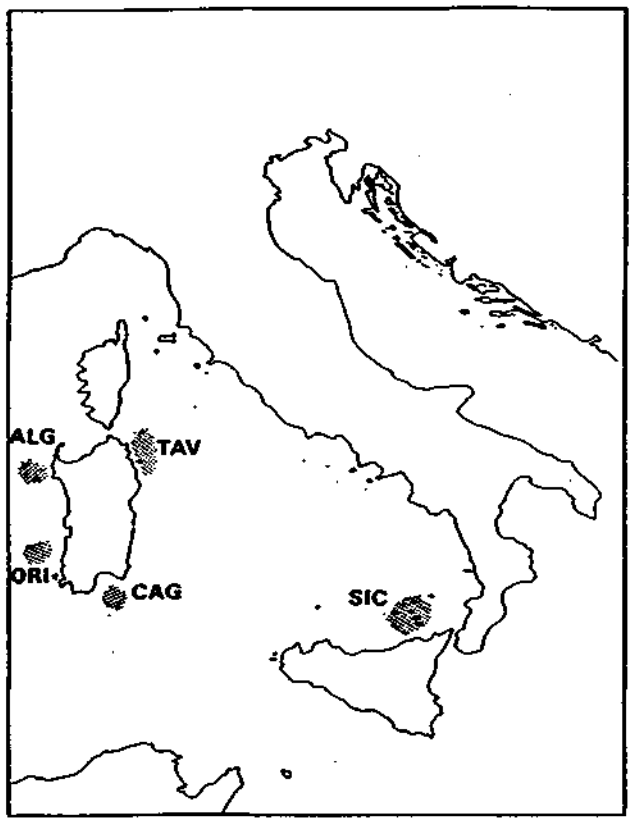
Introduction

The red shrimp, *Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1827), is one of the two demersal species of Aristeids present in the Mediterranean Basin. During the past years the biology of these species has been studied in some detail (Cau *et al.*, 1982, 1984; Levi and Vacchi, 1989, Mura *et al.*, 1992), particularly for aspects concerning distribution, reproduction and recruitment. It is also one of the main economic resource of deep fishing, making the identification of distinct genetic stocks and the evaluation of genetic diversity within the Basin of primary importance for fishery management policies.

In order to investigate the genetic structure of A. foliacea and the presence of genetically differentiated stocks in the Mediterranean Basin, we analyzed 21 putative enzyme loci and their allelic variation, by polyacrilamide gel electrophoresis.

Materials and methods

Specimens of *A. foliacea* were collected from December 1991 to July 1993 along the coasts of Sardinia and Sicily all year round (Fig. 1). Shrimps were dissected and tissue stored at -80°C until processing. Vertical polyacrilamide gel electrophoresis and enzyme assays were performed as already described (Marchi *et al.*, 1995, Shaw and Prasad, 1970). Enzyme assayed were: aspartate aminotransferase (AAT), E.C. 2.6.1.1.; aldehyde oxidase (AO), E.C. 1.2.3.1.; fructose-bisphosphate (FBP), E.C. 3.1.3.11.; fumarase (FUM), E.C. 4.2.1.2.; glycerol dehydrogenase (GCD), E.C. 1.1.1.72.; glycerol-3-phosphate dehydrogenase (GPD), E.C. 1.1.1.8.;



Area	Extension
TAV (Tavolara) :	from the mouth of Cedrino River to the port of Vignola
ALG (Alghero) :	from Punta dello Scorno to Cape Marargiu
ORI (Oristano) :	from Torre dei Corsari to Cape Teulada
CAG (Cagliari) :	from Cape Teulada to Punta Molentis
SIC (Sicily) :	from Cape Milazzo to Cape of Cefalù, Eolie Islands included

Fig. 1 - Sampling areas.

Aree di Campionamento.

glyceraldehyde phosphate dehydrogenase (G_3PD), E.C. 1.2.1.12.; glucose-6-phosphate isomerase (GPI), E.C. 5.3.1.9.; isocitrate dehydrogenase (IDH), E.C. 1.1.1.42.; lactate dehydrogenase (LDH), E.C. 1.1.1.27.; malate dehydrogenase (MDH), E.C. 1.1.1.37.; "malic enzyme" (ME), E.C. 1.1.1.40.; mannose phosphate isomerase (MPI), E.C. 5.3.1.8.; octanol dehydrogenase (ODH), E.C. 1.1.1.73.; phosphogluconate dehydrogense (PGD), E.C. 1.1.1.43.; phosphoglucomutase (PGM), E.C. 5.4.2.2.; xanthine dehydrogenase (XDH), E.C. 1.2.1.37.A total of 21 putative loci were revealed.

Genotypic and allelic frequencies were analyzed using Biosys-1 (Swofford and Selander, 1981) and Genepop (Raymond and Rousset, 1995) genetic software.

Genetic heterogeneity among the 5 samples was analyzed using Wright's F statistics and Nei's genetic distance. An unbiased estimate of Fisher's exact test on RxC contingency tables for each locus was performed using a Markov chain method.

Results

Of the 21 loci analyzed in *A. foliacea*, only one third was polymorphic in all populations. Mean number of alleles per locus was between 1.5 and 1.9 with a maximum of 5 alleles for the *Pgm* locus, the proportion of polymorphic loci ranged from 19 to 28.6%, while mean heterozygosity did not exceed 0.09 (Tab. 1). These values were not significantly different in the 5 populations examined ($P>0.05$) by c^2 test. Most polymorphic were *Mpi, Pgd* and *Pgm* loci with a consistent number of heterozygotes.

All loci were in Hardy-Weinberg equilibrium except for *Mpi* ($P<0.05$) and especially *Pgm* ($P<0.009$) which showed a non homogeneous distribution among

Tab. 1 - Genetic variation in *A. foliacea.*

Variabilità genetica in *A. foliacea.*

Populations	N.	A	P%	H_o	H_e
TAVOLARA	39.3 (3.6)	1.6 (0.2)	28.6	.089 (.037)	.090 (.034)
ALGHERO	47.2 (4.0)	1.8 (0.2)	19.0	.082 (.037)	.080 (.033)
ORISTANO	44.2 (3.9)	1.9 (0.2)	23.8	.084 (.033)	.096 (.037)
CAGLIARI	45.6 (3.5)	1.7 (0.2)	23.8	.077 (.033)	.083 (.035)
SICILY	37.2 (3.7)	1.5 (0.2)	19.0	.071 (.034)	.076 (.036)

N= mean samples size. A= mean No. alleles per locus. P%= Polimorphic loci. H_o and H_e= observed and expected mean heterozygosity ± (SE).

populations. However, H-W hypothesis was not rejected (P>0.1) for each population when all loci were considered.

Differentiation among samples was low but highly significant (P<0.0001). Mean Fst value among samples was 0.024, with a major contribution given by *Gpd* (Fst=0.063, P=0.003), *Mpi* (Fst=0.023, P=0.009) and *Pgm* (Fst= 0.039, P=0) loci (Tab. 2).

Tab. 2 - Genetic heterogeneity in *A. foliacea*: F-statistics.

Eterogeneità genetica in *A. follcea:* F-statistica.

Locus	$F_{(IS)}$	$F_{(IT)}$	$F_{(ST)}$
Aat_1	-.008	-.005	.003
Aat_2	-.009	-.005	.004
G_3pd	-.024	-.005	.019
Gpi	.081	.087	.006
Gpd	.215	.265	.063
Idh_2	.123	.129	.007
Mpi	.226	.244	.023
Mdh_1	-.011	-.004	.007
Mdh_2	-.012	-.002	.010
Odh_1	-.121	-.094	.024
Odh_2	-.048	-.031	.016
Pgd	.051	.061	.011
Pgm	.060	.097	.039
Mean	**.033**	**.057**	**.024**

Particularly, significant differences (P< 0.009) in allelic frequencies at the *Mpi* and *Pgm* loci characterized the Sicilian from the Sardinian populations, the latter being more genetically homogeneous. If the Sicilian sample was removed from the analysis, Fst decreased to 0.013 with no significant differentiation among the Sardinian samples (P=0.18).

Genetic distances between populations ranged from 0 to 0.005. Largest distances were obtained between Sicily and Sardinia (Tab. 3).

Tab. 3 - Nei's genetic distance in *A. foliacea*.

Distanza genetica di Nei in *A. foliacea*.

Populations	1	2	3	4	5
1-TAVOLARA	****				
2-ALGHERO	.000	****			
3-ORISTANO	.000	.000	****		
4-CAGLIARI	.000	.000	.000	****	
5-SICILY	.005	.004	.000	.002	****

Gene flow, measured as number of migrants per generation (Nm) using Slatkin's private allele method gave a value of 19.6. This value did not change significantly if the Sicilian sample was removed from the analysis. However, it drooped to Nm=4.8 if all Sardinian samples were compared, as a single gene pool, to the Sicilian sample.

Discussion

The genetic structure of *Aristeomorpha foliacea*, is characterized by a very low degree of genetic variability. Only one third of the 21 loci examined was found polymorphic, while mean herozygosity per locus did not exceed 9%. These results confirm the characteristic of low genetic variation of many decapod crustacea, of the other Mediterranean Aristeid, *Aristeus antennatus*, (Marchi *et al.*, 1995), in Penaeid and Pandalid shrimps (Lester, 1979; Mulley and Later, 1981a-b Kurtavtsev, 1994) and in lobsters (Tracey *et al.*, 1975; Hedgecock *et al.*, 1977).

Genetic heterogeneity samples was low. The Fst value indicates that only 2.4% of total variation is attributable to divergence among samples. However, this differentiation is highly significant when the Sardinian samples are compared, as a single gene pool, with the Sicilian sample. This result is confirmed by higher values of genetic distance between Sicily and Sardinia than among Sardinian samples, which appear more genetically homogeneous. This conclusion is in agreement with the reduced gene flow indicated by the number of migrants per generation which is only 4.8 between Sicily and Sardinia, while much higher between the Sardinian samples (Nm=18.9).

In conclusion, *A. foliacea* appears to have a low level of genetic differentiation among populations occupying different geographical areas, probably due to high gene flow at the planktonic larval stage. However, genetic structuring is present in this species and a significant difference exists between the Sicilian and Sardinian collections, especially at some loci. This divergence and the reduced gene flow between Sardinia and Sicily could be related to differences of environmental factors like marine currents responsible of larval dispersal.

Riassunto

In questo studio è stata presa in esame la struttura genetica e il differenziamento del gambero rosso *A. foliacea* (Crustacea, Decapoda) nel Bacino Mediterraneo.

A tal fine è stata condotta un'analisi elettroforetica di 21 loci enzimatici su campioni raccolti in 5 diverse aree al largo delle coste della Sardegna e della Sicilia. I risultati indicano un basso livello di variabilità genetica e di eterogeneità all'interno della specie in esame. Tuttavia, sono state riscontrate basse ma significative differenze, ed un ridotto flusso genico tra la popolazione siciliana e quelle sarde.

Bibliography

CAU A., DEIANA A.M., MURA M. (1982) - Nuovi dati sull'accrescimento e sulla maturità sessuale di *Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Decapoda Peneidae). *Naturalista sicil.,S. IV, VI (suppl.),* **2**: 429-434.

CAU A., DEIANA A.M., MURA M. (1984) - Aspetti bio-ecologici in *Aristeomorpha foliacea* (Crustacea Decapoda). *Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari,* **54** suppl.: 267-274.

HEDGECOCK D.H., NELSON K., SIMONS J., SHLESER R. (1977) - Genic similarity of American and European species of lobster *Homarus. Biol. Bull.,* **152**: 41-50.

KURTAVTSEV Y. (1994) - Wide-scale genetic differentiation among pink shrimp Pandalus borealis populations. *Genetics and evolution of aquatic organisms*, Ed. A.R. Beaumont, pp. 41-52, Chapman & Hall, London: 41-52

LESTER L.J. (1979) - Population genetics of penaeid shrimp from the Gulf of Mexico. *J. Heredity,* **70**: 175-180.

LEVI D., VACCHI M. (1989) - Macroscopic scale for simple and rapid determination of sexual maturity in *Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Decapoda Peneidae). *Journal of Crustacean Biology,* **8** (4): 532-538.

MARCHI A., CAULI G., GRECO S., CAU A. (1995) - Genetic variation in *Aristeus antennatus* (Crustacea: Aristeidae) in the Mediterranean basin: analysis of 16 enzyme loci. *Biol. Mar. Med.,* **2** (2): 495-498.

MULLEY J.C., LATTER B.D.H. (1981a) - Geografic differentiation of eastern Australian penaeid prawns populations. *Aust. J. Mar. Freshwater res.,* **32**: 889-895.

MULLEY J.C., LATTER B.D.H. (1981b) - Geografic differentiation of tropical Australian penaeid prawns populations. *Aust. J. Mar. Freshwater res.,* **32**: 897-906.

MURA M., CAMPISI S., CAU A. (1992) - Osservazioni sulla biologia riproduttiva negli aristeidi demersali del Mediterraneo centro-occidentale. *Oebalia,* suppl. **17** (2): 87-92.

RAYMOND M., ROUSSET F. (1995) - Genepop 1.2 a population genetics software for exat tests and ecumenicism. *J. Hered.,* **86**: 248-249.

SHAW C.R., PRASAD R. (1970) - Starch gel electrophoresis of enzymes - A compilation of recipes. *Biochem. Genet.,* **4**: 297-320.

SWOFFORD D.L., SELANDER R.B. (1981) - Biosys-1: a Fortran program for the comprensive analysis for electrophoretic data in population genetics and systematic. *J. Hered.,* **72**: 281-283.

TRACEY L.M., NELSON K., HEDGECOCK D., SHLESER R.A., PRESSICK M.L. (1975) - Biochemical genetics of lobsters: genetic variation and the structure of american lobster (*Homarus americanus*) populations. *J. Fish. Res. Board Can.,* **32** (11): 2091-2101.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 654-655

P. MICARELLI, N. DEVAUCHELLE*

Via Sordini, 4 - 58019 P.S. Stefano M. Argentario (GR), Italia.
*IFREMER Centro di Brest, Dip. Risorse Viventi, Plouzanè, Francia.

OSSERVAZIONI SULLA RESPIRAZIONE DEGLI SPERMATOZOI DI *CRASSOSTREA GIGAS* IN PRESENZA DI LAS, EDTA, COPROSTANOLO E CAFFEINA RISCONTRATE NEI REFLUI DELLE STAZIONI DI DEPURAZIONE URBANA

SPERMATOZOA RESPIRATION OF *CRASSOSTREA GIGAS* IN PRESENCE OF LAS, EDTA

Abstract

Main objective in this research is to observe any changes in spermatozoa respiration of Crassostrea gigas, *when in presence of LAS, EDTA, Coprostanole and Caffeine in water coming from sewage treatment plant.*

Key-words: oysters, ecotoxicology, biotest.

Introduzione

Nell'ambito di un programma di ricerca Ifremer, finalizzato alla messa a punto di un biotest basato sulle anomalie, indotte da fattori esterni, nella fecondazione e nei primi stadi embrionali di molluschi bivalvi, da utilizzarsi in ecotossicologia. Presso il Centro IFREMER di Brest, sono state effettuate una serie di osservazioni sulle variazioni del consumo in ossigeno degli spermatozoi di *Crassostrea gigas*, in presenza di sostanze quali LAS, EDTA, Coprostanolo e Caffeina, rilevabili a concentrazioni variabili nei reflui delle stazioni di depurazione urbana e che potrebbero influire sulla capacità di fecondazione degli spermatozoi stessi.

Materiali e metodi

Le ostriche utilizzate nelle esperienze di respirazione, 21 esemplari maschili, provengono sia dall'allevamento Dibidi che da Prat ar Coum nel comune di Brest in Francia e sono state raccolte dall'agosto all'ottobre del 1994. Lo stadio di maturazione è compreso tra 3P e 3H, scelti secondo la scala di Le Dantec (1968), per le ostriche del genere *Crassostrea*. Lo stadio 3P è quello per il quale la probabilità di avere gameti maturi è massima. Lo sperma scelto per i test di respirazione (3 esemplari per ogni test), è prelevato direttamente all'uscita del rene in quanto, secondo i lavori di Faure ed altri (1994), questo presenta un tasso di respirazione ed una capacità di fecondazione più importante dello sperma prelevato dopo scarificazione della gonade. La tecnica di misurazione del consumo in ossigeno si basa sul principio dell'elettrodo di Clarck adattato da Faure ed altri (1994). IL consumo d'ossigeno per gli spermatozoi di *Crassostrea gigas* in condizioni normali di laboratorio varia da 1 a 43 nMO_2/mn/mg di proteine, sia in acqua di mare normale che artificiale. Gli spermatozoi, dopo iniezione di 0,2 ml di acqua di mare contenente Serotonina alla concentrazione 10^{-3}M, nella gonade, sono prelevati direttamente all'uscita del rene, secondo tecniche messe a punto al Centro Ifremer e mantenuti in frigo a 4°C. 50 microlitri di sperma vengono prelevati ad ogni tappa dell'esperienza: il primo campione è introdotto nella camera di Clark e diluito in due ml di acqua di mare artificiale che non altera il consumo di base tipo

(dati Micarelli ed altri non pubblicati), la registrazione del consumo procede per circa 15', questo costituisce il controllo all'inizio della respirazione. Il secondo campione dello stesso sperma è utilizzato per il test con la sostanza diluita nella camera di Clark alla concentrazione scelta ed i cui effetti sono osservati per 15'. Una volta testate le diverse concentrazioni, è effettuato il controllo alla fine del test in acqua di mare artificiale semplice.

Un millilitro di sperma viene conservato per i dosaggi con le proteine. I prodotti utilizzati nelle esperienze sono stati il LAS (Dodecilbenzene-sulfonic acid sodium salt), EDTA (acido Ethylenediaminetetraacetico), Coprostanolo (sterolo) e Caffeina (1,3,7-trimethylxanthina), sostanze presenti nei reflui delle stazioni di depurazione alle seguenti concentrazioni: LAS; 0.570-6.950mg/l, EDTA; 0.525-2,5mg/l, Coprostanolo; 0,15-0,26mg/l e Caffeina; 3-3,5g/l. (dati Ifremer non pubb.).

Risultati

Le sostanze testate singolarmente, ed alle condizioni di laboratorio, non provocano variazioni al di fuori dei limiti del range di fluttuazione compreso tra 1 e 43 nMO_2/mn/mg di proteine. Per l'EDTA si ottengono i seguenti valori medi: in acqua di mare artificiale senza EDTA 11,523nMO_2/mn/mg di proteine, con 0,5mg/l 12,385, con 1,5mg/l 8,854, con 2,5mg/l 8,618, con 5mg/l 12,313. Per il LAS i seguenti valori medi: in acqua di mare artificiale senza LAS 10,970nMO_2/mn/mg di proteine, con 0,1mg/l 6,966, con 10mg/l 5,376, con 100mg/l 2,7. Per la Caffeina i seguenti valori medi: in acqua di mare artificiale senza Caffeina 12,79nMO_2/mn/mg di proteine, con 1g/l 16,106, con 50g/l 11,616. Per il Coprostanolo i seguenti valori medi: in acqua di mare artificiale senza Coprostanolo 8,346nMO_2/mn/mg di proteine, con 0,01mg/l 11.060, con 0,3mg/l 11,763, con 1mg/l 13,910, con 30mg/l 12,566.

È stato possibile inoltre osservare, quando alcune di tali sostanze sono miscelate, come per esempio per l'EDTA e la Caffeina (50 e 5mg/l), o ancora per l'EDTA, la Caffeina, il Coprostanolo ed il LAS (10 - 1 - 30 e 1000 mg/l), che la respirazione degli spermatozoi è completamente inibita. Tale fenomeno, tuttavia, è osservato a valori elevati, ovvero almeno 4 volte superiori a quelli trovati mediamente in uscita dalle stazioni di depurazione.

Conclusioni

L'azione delle singole sostanze sul consumo in ossigeno degli spermatozoi, allo stato attuale dello studio ed alle concentrazioni prese in considerazione, non sembra rilevante ai fini dello sviluppo di un biotest basato sul controllo di tale parametro fisiologico. È tuttavia da notare l'azione sinergica di tali sostanze, capaci di inibire il consumo in ossigeno degli stessi, benchè le concentrazioni inattivanti siano sensibilmente più alte di quelle osservate in uscita dalle stazioni di depurazione. Appare quindi interessante, approfondire lo studio delle probabili sinergie di tali miscele e degli effetti che ne possono scaturire sugli spermatozoi in termini di capacità di fecondazione.

Bibliografia

FAURE C., DEVAUCHELLE N., GIRARD J.P. (1994) - Ionic factors affecting motility, respiration and fertilization rate of the sperm of the bivalve *Pecten maximus* (L.). *Journal of Comparative Physiology.* (pg. 7 in stampa).

LE DANTEC J. (1968) - Ecologie et reproduction de l'huitre portugaise (*Crassostrea angulata* Lamarck), dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la gironde. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.*, **32** (3): 237-362.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 656-657

C. NASCI, V.U. FOSSATO, L.D. PETERS*, G. CAMPESAN

Istituto di Biologia del Mare, CNR, Castello 1364/A - 30122 Venezia, Italia.
*Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom.

SEDIMENTI LAGUNARI: PROVE DI TOSSICITÀ SU LARVE DI PESCE, *SPARUS AURATA*

LAGOON SEDIMENTS: TOXICITY TESTS ON *SPARUS AURATA* LARVAE

Abstract

Two series of experiments were carried out exposing five day old sea-bream larvae (Sparus aurata) *to sub-letal concentrations of benzo[a]pyrene in water and to sediment elutriates from two different polluted areas of the Venice Lagoon.*

Key-word: lagoon sediments, toxicity tests, *Sparus aurata.*

Introduzione

Gli stadi larvali dei pesci sono particolarmente sensibili all'esposizione a sostanze tossiche e vengono ampiamente utilizzati nei tests di cancerogenicità (Black, 1988). In questo studio è stata determinata la presenza del Citocromo P4501A (CYP1A), misurata come attività enzimatica 7-etossiresorufina O-dietilasi (EROD), in larve di orata, *Sparus aurata*, teleosteo di notevole interesse commerciale. L'incremento di CYP1A indotto da idrocarburi aromatici polinucleari e da policlorobifenili (PCB) è stato osservato in almeno 27 specie di pesci (Livingstone, 1993).

Metodi

Esperimenti preliminari in laboratorio sono stati condotti esponendo per 24 ore larve di *Sparus aurata* a diversi livelli di Benzo(a)pirene in acqua di mare (5, 25, 50 e 200 µg/l) allo scopo di valutare la concentrazione dell'inquinante a cui viene indotta una risposta sub-letale nell'animale. Successivamente, in una seconda serie di esperimenti, le larve sono state esposte sempre per 24 ore all'elutriato di sedimenti della Laguna di Venezia prelevati a Porto Marghera (area a prevalente inquinamento industriale) e a Sant'Elena (area a inquinamento urbano moderato). Gli elutriati sedimento/acqua, ottenuti mescolando per 4 ore e per 5 giorni 20 g di sedimento per litro di acqua di mare areata, lasciati decantare per dodici ore e filtrati, sono stati caratterizzati per il loro contenuto in idrocarburi aromatici. L'attività EROD è stata determinata sulle larve mediante il metodo di Peters e Livingstone (1995) omogenizzando in azoto liquido il materiale fresco o conservato a -80°C.

Risultati

I risultati dei tests biologici hanno messo in evidenza un significativo aumento dell'attività EROD ($P<0.05$, t-Test) nelle larve esposte a 50 e 200 µg/l di BaP dopo almeno 24 ore di esposizione, rispetto al controllo (larve non esposte).

L'attività enzimatica EROD nelle larve esposte agli elutriati di Sant'Elena (0,075

pmol min^{-1} mg $prot^{-1}$) e Porto Marghera (0,149 pmol min^{-1} mg $prot^{-1}$) non è risultata significativamente diversa rispetto al controllo (0,150 pmol min^{-1} mg $prot^{-1}$), che risulta più elevato di quanto atteso.

Le analisi chimiche degli elutriati hanno indicato la presenza di numerosi idrocarburi poliaromatici rilasciati dai sedimenti in particolare, Pirene, Fluorantene, Fenantrene e Benzopirene sia nella stazione di Sant'Elena che di Porto Marghera. I valori sono compresi tra 180 e 250 ng/l come idrocarburi aromatici totali con concentrazioni per i singoli componenti < 50 ng/l, cioè tre ordini di grandezza inferiori alle minime concentrazioni di BaP che inducono una significativa attività EROD in larve di orata.

Per tempi di mescolamento più lunghi (5 gg) l'ambiente ossidante e la parziale degradazione della materia organica favoriscono il rilascio degli inquinanti dal sedimento all'acqua. Nell'elutriato, infatti, si raggiungono concentrazioni di idrocarburi aromatici totali di 1,0 µg/l, che potrebbero essere significative sull'attività EROD in presenza di altri inquinanti organici ed inorganici rilasciati dal sedimento.

Conclusioni

Da questi risultati preliminari si conclude che l'attività EROD nelle larve di *Sparus aurata* è indotta dalla presenza di idrocarburi aromatici (BaP).

Il modello sperimentale adottato, basato su tempi di mescolamento acqua/sedimento brevi (4 ore) e tempi di esposizione delle larve di 24 ore, non ha dato risultati significativi. Le prove eseguite hanno però indicato l'opportunità di allungare i tempi di mescolamento acqua/sedimento e di esposizione delle larve.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. I. Di Maria di Maricoltura Italia di Monfalcone per aver gentilmente messo a disposizione le larve di orata.

Bibliografia

BLACK J.J. (1988) - Carcinogenicity tests with rainbow trout embryos: a review. *Aquatic Toxicol.*, **11**: 129-142.

LIVINSTONE D.R. (1993) - Biotechnology and pollution monitoring: use of molecular biomarkers in the aquatic environment. *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, **57**: 195-211.

PETERS L.D., LIVINGSTONE D.R. (1995) - Studies on Cytochrome P4501A in early and adult life stages of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Mar. Environ. Res.*, **39**: 5-9.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 658-659

M. NIGRO, C. LEONZIO*

Dipartimento di Biomedicina Sperimentale, sez. Biologia e Genetica,
Via A. Volta, 4 - 56126 Pisa, Italia.
*Dip. Biologia Ambientale, Università di Siena, Italia.

ACCUMULO INTRACELLULARE DEL MERCURIO IN MAMMIFERI ED UCCELLI MARINI

INTRACELLULAR STORAGE OF MERCURY IN MARINE MAMMALS AND BIRDS

Abstract

The cellular features of mercury and selenium accumulation has been studied in the liver of marine mammals and birds by TEM and x-ray microanalysis. Hg and Se occurred as insoluble granules, composed of mercuric selenide, located within the macrophages (Kupffer cells).

Key-words: Mercury, Mercury selenide, Marine top predators.

Introduzione

Il mercurio è presente nell'ecosistema marino come micro costituente naturale ma rappresenta anche uno dei principali contaminanti persistenti prodotti dall'uomo.

Nella sua forma organica (metil-Hg), il mercurio è altamente tossico e si accumula lungo le catene trofiche. Gli organismi posti all'apice della piramide alimentare sono i principali *end points* del processo di biomagnificazione. Le elevate concentrazioni che si raggiungono, particolarmente nei cetacei odontoceti, pongono la questione dei meccanismi di difesa attuati in risposta alla elevata tossicità del mercurio (Betti e Nigro, 1996; Nigro e Leonzio, 1996).

L'interazione tra Hg e Se è stata proposta da vari autori quale meccanismo di detossificazione.

Tuttavia, i processi cellulari e biochimici alla base della formazione di composti Hg-Se sono ancora largamente oscuri. In questo lavoro è stata investigata la forma di accumulo intracellulare del mercurio in mammiferi ed uccelli marini al fine di contribuire alla comprensione dei meccanismi di detossificazione di questo metallo in consumatori secondari appartenenti a differenti gruppi zoologici.

Materiali e metodi

L'indagine è stata effettuata su cetacei odontoceti rinvenuti spiaggiati lungo le coste del Mar Ligure ed alto Tirreno e cormorani provenienti dalla Laguna di Venezia.

Campioni di fegato sono stati fissati ed inclusi in resina secondo le normali tecniche della microscopia elettronica a trasmissione (Nigro, 1995).

Sezioni sottili, montate su retini di rame sono state studiate mediante TEM, microanalisi a raggi x e diffrazione. Per tutte queste indagini è stato impiegato un microscopio elettronico Philips M-400 equipaggiato con una microanalisi EDAX 9100.

Risultati e discussione

I dati di ultrastruttura e microanalisi hanno dimostrato la presenza di inclusi granulari elettrondensi composti da mercurio e selenio in tutti i mammiferi marini studiati, anche se con notevoli differenze riguardo la loro abbondanza. I granuli, formati da clusters di microsfere di 150 Å alternate a strutture poliedriche macrocristalline, sono stati prevalentemente osservati all'interno dei macrofagi (cellule di Kuppfer) distribuiti lungo il percorso dei capillari sinusoidi epatici. Il rapporto Se:Hg nei granuli(1)ed il pattern di diffrazione da essi prodotto sono risultati molto simili a quelli tipici di uno standard composto da selenuro di mercurio (HgSe), composto noto con il nome di Tiemannite. Granuli contenenti mercurio sono stati rinvenuti anche nel fegato di cormorano, ma con una frequenza molto minore rispetto a quella osservata negli odontoceti. Inoltre, nel cormorano il mercurio si associa a zolfo e selenio nel seguente rapporto: 1 (Hg): 0.5 (Se): 0.5 (S).

Conclusioni

I prèdatori terminali dell'ecosistema marino condividono il comune compito di fronteggiare la tossicità del metil-Hg al quale si trovano esposti in conseguenza della dieta prevalentemente ittiofagica. I processi coinvolti sono l'escrezione o la biotrasformazione in forma non tossica. La seconda alternativa sembra essere la strategia prevalente nei cetacei odontoceti, nei quali la presenza di granuli di HgSe è massiccia. Tuttavia,la presente indagine dimostra che l'accumulo di Hg e Se sotto forma di granuli insolubili non è esclusiva degli odontoceti, potendosi osservare anche in pinnipedi ed uccelli marini, anche se in proporzioni assai ridotte.

Bibliografia

NIGRO, M. (1994) - Mercury and selenium localization in the macrophages of the striped dolphin *Stenella coeruleoalba*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **74**: 975-978.

NIGRO M., LEONZIO C. (1996) - Intracellular storage of mercury and selenium in different marine vertebrates. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **135**: 137-143.

BETTI, C., NIGRO M. (1996) - The Comet Assay for the evaluation of the genetic hazard of pollutants on cetaceans. Preliminary results on the genotoxic effect of methylmercury on the bottle nosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *Mar. Pollut. Bull.*, **32**: 545-548.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 660-661

M.M. STORELLI, E. CECI, G.O. MARCOTRIGIANO

Istituto di Chimica, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Bari,
Strada prov.le per Casamassima Km 3 - 70010 Valenzano (BA), Italia.

ACCUMULO DI MERCURIO, SELENIO E METILMERCURIO IN ALCUNI TESSUTI DI *STENELLA COERULEOALBA* (MEYEN, 1833) SPIAGGIATI LUNGO LE COSTE DELLA PUGLIA (1992)

MERCURY, SELENIUM AND METHYLMERCURY ACCUMULATION IN SOME TISSUES OF *STENELLA COERULEOALBA* (MEYEN, 1833) BEACHED ALONG THE APULIAN COASTS (1992)

Abstract

*The distribution and accumulation of heavy metals (Hg and Se) and methylmercury were investigated in various organs and tissues of striped dolphins (*S. coeruleoalba*). Determination of the metals was made by atomic absorption spectrophotometry, while the methylmercury determination was performed by gas-chromatography.*

Key-words: mercury, selenium, methylmercury, dolphins.

Introduzione

Nel presente studio è stato determinato il contenuto in mercurio totale, metilmercurio e selenio in delfini della specie *Stenella coeruleoalba* per stabilire il livello di contaminazione, la ripartizione nei vari tessuti e l'accumulo di questi inquinanti in funzione della lunghezza degli esemplari esaminati.

Materiali e metodi

Da 30 delfini, spiaggiati lungo le coste pugliesi nel 1992, di lunghezza compresa tra 90 e 220 cm, sono stati prelevati muscolo dorsale, fegato, polmone e rene. L'analisi quantitativa del Hg e Se è stata eseguita mediante spettrofotometria in A.A. previa disgregazione della matrice organica (G.U., 1978 n° 125). Il Hg totale è stato determinato mediante tecnica dei vapori freddi dopo riduzione con $SnCl_2$, ed il Se come H_2Se dopo riduzione con $NaBH_4$. La determinazione quantitativa del CH_3Hg è stata effettuata per via gas-cromatografica dopo estrazione e purificazione dell'estratto secondo la metodica analitica descritta da Hight (1987).

Risultati

L'analisi dei dati (Tab. 1) evidenzia per il Hg e per il Se una differente distribuzione nei vari organi e tessuti esaminati (Fig. 1). Le maggiori concentrazioni si riscontrano nel fegato, in accordo con quanto riportato in letteratura (Augier, 1993), seguite dal polmone, muscolo e dal rene. Livelli più elevati di CH_3Hg si riscontrano nel fegato mentre nei restanti tessuti i valori medi risultano inferiori, e comparabili solo nel muscolo dorsale e rene.

Conclusioni

I dati ottenuti evidenziano un aumento delle concentrazioni di Se associate all'incremento dei livelli di Hg imputabile probabilmente all'effetto protettivo svolto

Tab. 1 - Range, valore medio (mg/Kg p.u.) e deviazione standard di Hg totale, CH_3Hg e Se.
Hg, CH_3Hg and Se range, mean value (mg/Kg w.w.) and standard deviation.

ORGANI O TESSUTI	Hg TOTALE	CH_3Hg	Se
FEGATO	0.58-966.31 277.40±246.10	0.72-29.69 11.70±6.82	0.89-423.98 138.02±110.37
MUSCOLO DORSALE	0.56-53.28 17.42±14.11	0.64-10.91 5.22±2.45	0.88-6.97 3.52±1.78
POLMONE	0.40-76.55 22.36±22.29	0.50-4.93 2.51±1.13	1.44-7.50 4.35±1.71
RENE	0.21-36.68 13.85±9.04	0.80-8.52 4.03±1.75	1.20-6.63 4.50±1.31

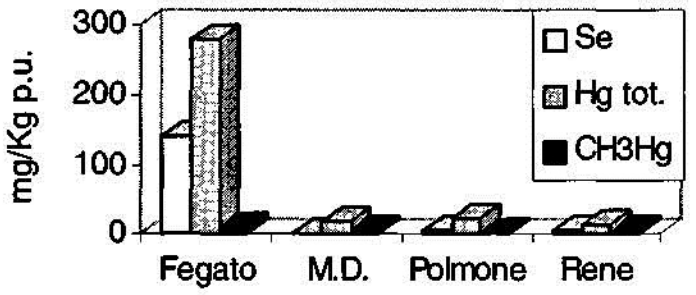


Fig. 1 - Concentrazione Se, Hg e CH_3Hg.
Se, Hg and CH_3Hg.

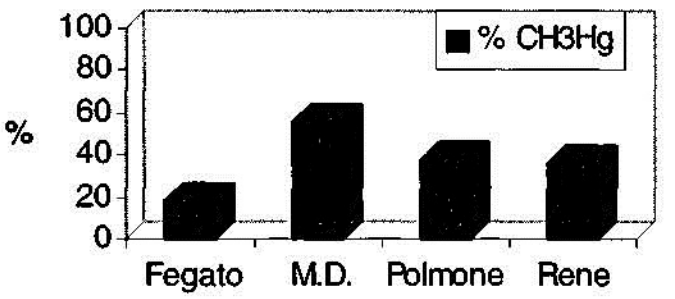


Fig. 2 - Percentuale di CH_3Hg.
CH_3Hg percentage concentrations.

dal Se contro l'azione tossica dell'Hg, anche se il meccanismo di questo effetto antagonista è ancora sconosciuto (Pelletier, 1985). Significativo appare il rapporto atomico Hg/Se nel fegato, che risulta di circa 1:1, come riportato in letteratura (Koeman, 1973). Per entrambi i metalli, nei tessuti considerati si riscontrano positive correlazioni tra concentrazione e lunghezza degli esemplari (Fegato - Hg: r = 0.96, Se: r = 0.86; Polmone - Hg: r = 0.76, Se: r = 0.72; Muscolo dorsale - Hg: r = 0.89, Se: r = 0.69; Rene - Hg: r = 0.84, Se: r = 0.84). Per il CH_3Hg (Fig. 2), la maggiore percentuale rispetto al Hg totale si riscontra nel muscolo (60%), mentre la più bassa nel fegato (17%) (Palmisano,1995).

Positive correlazioni si evidenziano anche tra contenuto in CH_3Hg e lunghezza degli esemplari (Fegato: r = 0.92, Polmone: r = 0.72, Muscolo Dorsale: r = 0.88, Rene: r = 0.63).

Bibliografia

HIGHT S., CORCORAN M. (1987) - Rapid determination of methyl mercury in fish and shellfish: method development. *J. Assoc. of Anal. Chem.*, **70**, 1: 24-30.

AUGIER H., PARK W., RONNEAU C. (1993) - Mercury contamination of the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* Meyen from the French Mediterranean coasts. *Mar. Poll. Bull.*, **26** (6): 306-309.

PELLETIER E. (1985) - Mercury-Selenium interactions in acquatic organisms: A review. *Mar. Environ. Res.*, **18**: 111-132.

KOEMAN J.H., PEETERS W., KOUDSTAAL-HOL C. (1973) - Mercury-Selenium correlation in marine mammals. *Nature*, **245**, October 19: 385-386.

PALMISANO F., CARDELLICCHIO N., ZAMBONIN P.G. (1995) - Speciation of mercury in dolphin liver: a two-stage mechanism for the demethylation accumulation process and role of selenium. *Mar. Environ. Res.*, **40**, 1-12.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 662-663

L. PAGGI, S. MATTIUCCI, S. WEBB*, G. NASCETTI**, L. BULLINI***

Istituto di Parassitologia, Università "La Sapienza", P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.
*Zool. Dep., University of Cape Town, Cape Town, R.S.A.
**Dip. Sci. Amb., Università della Tuscia - Viterbo, Italia.
***Dip. Gen. Biol. Mol., Università "La Sapienza" - Roma, Italia.

SU UNA SPECIE DEL GENERE *ANISAKIS* (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASSITA DI *ZIPHIUS CAVIROSTRIS* DEL MEDITERRANEO E DI *MESOPLODON LAYARDII* DELL'ATLANTICO SUD-ORIENTALE

ANISAKIS SP. (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASITE OF *ZIPHIUS CAVIROSTRIS* FROM MEDITERRANEAN SEA AND *MESOPLODON LAYARDII* FROM SOUTH-EAST ATLANTIC

Abstract

The genetic structure of adult specimens belonging to genus Anisakis *recovered in the beaked whales* Ziphius cavirostris *from the Mediterranean Sea and* Mesoplodon layardii *from South African waters, was analyzed at 24 enzyme loci and compared to that of the species of* A.simplex *complex and to* A.physeteris.

Key-words: *Anisakis* sp., beaked whales, genetic structure.

Introduzione

Forme adulte del genere *Anisakis* (Nematoda: Anisakidae) sono presenti in mammiferi marini mentre le forme larvali si trovano in crostacei, cefalopodi e pesci.

Davey (1971), in una revisione delle 21 specie attribuite al genere *Anisakis*, concludeva che solo *A. simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878*)*, *A.typica* (Diesing, 1860) ed *A. physeteris,* Baylis, 1923 erano specie valide, considerando tutte le altre o sinonimi o specie *inquirendae*.

Negli ultimi anni, le ricerche genetiche condotte mediante l'elettroforesi multilocus, hanno riaperto il problema tassonomico relativo alle specie del genere *Anisakis* individuando, nell'ambito della morfospecie *A. simplex*, l'esistenza di 3 specie gemelle: *A. simplex s.s.* riportata allo stadio adulto in numerose specie di cetacei delle famiglie Phocoenidae, Delphinidae e Monodontidae dell'Atlantico nord-occidentale e del Pacifico settentrionale; *A. pegreffii* riscontrata in alcuni delfinidi del Mediterraneo ed *A. simplex* C reperita in *Pseudorca crassidens* (Delphinidae) del Pacifico settentrionale e in *Globicephala melaena* dell'Atlantico sud orientale (Nascetti *et.al.*, 1986, Mattiucci *et al.*, 1997).

Nella presente nota vengono riferiti i risultati di uno studio sulla struttura genetica di nematodi anisakidi reperiti in *Z. cavirostris* e *M. layardii* (Cetacea: Ziphiidae).

Materiali e metodi

Lo studio genetico è stato condotto mediante elettroforesi di 24 sistemi gene-enzima su 30 esemplari adulti e preadulti morfologicamente riferibili al genere *Anisakis* raccolti nello stomaco di alcuni esemplari di *Z.cavirostris* del Mediterraneo (mar Tirreno e mare Ionio) e di *M.layardii* dell'Atlantico sud-orientale (coste

del Sud Africa). La struttura genetica di queste popolazioni è stata confrontata con quella delle tre specie gemelle del complesso *A.simplex* e con quella di *A.physeteris*, da noi precedentemente caratterizzate sulla base degli stessi loci enzimatici (Mattiucci *et al.*, 1986).

Risultati

Le popolazioni di *Anisakis* reperite in *Z.cavirostris* del Mediterraneo e in *M. layardii* delle coste atlantiche del Sud-Africa sono risultate geneticamente omogenee non essendo state evidenziate deviazioni significative tra genotipi osservati ed attesi secondo l'equilibrio di Hardy-Weinberg a tutti i loci enzimatici studiati, dimostrando la loro appartenenza ad un unico pool genico, corrispondente ad un'altra specie del genere *Anisakis*. Questa risulta riproduttivamente isolata dalle altre specie, pur essendo stata reperita in simpatria e in sintopia con *A. physeteris* e *A. pegreffii* in *Z. cavirostris* del Mediterraneo e con *A.simplex* C in *M. layardii* delle coste atlantiche del Sud Africa. *Anisakis* sp. è geneticamente ben differenziata, sia dalle specie del complesso *A. simplex* con le quali mostra un numero molto elevato di loci diagnostici, sia da *A. physeteris* con la quale presenta ben 21 loci fissati per alleli alternativi. I valori di distanza genetica *D* (Nei, 1972) sono risultati molto elevati: *D*=1,62 con *A. simplex* s.s.; *D*=1,65 con *A. pegreffii; D*=1,68 con *A. simplex* C; *D*=3.08 con *A. physeteris*.

Discussione e conclusioni

Gli alti valori di diffenziamento genetico osservati tra *Anisakis* sp. degli zifidi e le altre specie studiate corrispondono a quelli generalmente osservati tra taxa ben distinti (Bullini e Sbordoni, 1981; Arduino *et al.*, 1995) e l'assenza di flusso genico in aree di simpatria dimostrano che essa costituisce un'altra specie biologica appartenente al genere *Anisakis*, geneticamente ben distinta da quelle precedentemente caratterizzate, ad ampia distribuzione geografica ed apparentemente legata ai cetacei della famiglia Ziphiidae.

Bibliografia

ARDUINO P., NASCETTI G., CIANCHI R., PLOTZ J., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., PAGGI L., ORECCHIA P., BULLINI L. (1995) - Isozyme variation and taxonomic rank of *Contracaecum radiatum* (v. Listow, 1907) from the Antarctic Ocean (Nematoda, Ascaridoidea). *Systematic Parasitology*, **30**: 1-9.

BULLINI L., SBORDONI V. (1980) - Electrophoretic studies of gene-enzyme systems: microevolutionary processes and phyogenetic inference. *Bollettino di Zoologia*, **47** (suppl.): 95-112.

DAVEY J.T. (1971) - A revision of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda:Ascaridida). *Journal of Helminthology*, **45**: 51-72.

MATTIUCCI S., NASCETTI G., BULLINI L., ORECCHIA P., PAGGI L., (1986) - Genetic structure of *Anisakis physeteris* and its differentiation from the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae). *Parasitology*, **93:** 383-387.

MATTIUCCI S., NASCETTI G., CIANCHI R., PAGGI L., ARDUINO P., MARGOLIS L., BRATTEY J., WEBB S., D'AMELIO S., ORECCHIA P., BULLINI L. (1997) - Genetic and ecological data on the *Anisakis simplex* complex with evidence for a new species (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *The Journal of Parasitology* (in press).

NASCETTI G., PAGGI L., ORECCHIA P., SMITH J.W., MATTIUCCI S., BULLINI L. (1986) - Electrophoretic studies on the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae) from the Mediterranean and North-East Atlantic. *International Journal for Parasitology*, **16**: 633-640.

NEI M. (1972) - Genetic distance between populations. *American Naturalist*, **106**: 283-292.

Lavoro eseguito con il contributo del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 664-665

G. NASCETTI, S. MATTIUCCI*, L. PAGGI*, L. BULLINI**

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università della Tuscia, - Via S. Camillo de Lellis, 01100 Viterbo, Italia.
*Ist. Parassit., Università "La Sapienza", Roma, Italia.
**Dip. Gen. Biol. Mol., Università "La Sapienza", Roma, Italia.

STUDI GENETICI ED ECOLOGICI SU FORME LARVALI DEL GENERE *CONTRACAECUM* (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASSITE DI PESCI DEL MARE DI ROSS (ANTARTIDE)

GENETIC AND ECOLOGICAL STUDIES ON *CONTRACAECUM* LARVAE (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASITIC ON FISH FROM THE ROSS SEA, ANTARCTIC

Abstract

Data on the occurrence of C.osculatum *D, E and* C.radiatum *in fish hosts from Terra Nova Bay (Ross Sea) suggest that pelagic and benthopelagic channicthyids and bathydraconids play an important role as intermediate/paratenic hosts for larvae of both* C.osculatum *D and* C.radiatum, *while the benthic nototheniids are mainly involved in the life-cycle of* C.osculatum *E.*

Key-words: *Contracaecum* larvae, Antarctic fish, Terra Nova Bay, isozyme markers.

Introduzione

Studi sulla struttura genetica di popolazioni naturali di *Contracaecum osculatum*, condotti mediante analisi elettroforetica di 25 sistemi gene-enzima, hanno evidenziato nell'ambito di questo taxon, l'esistenza di cinque specie gemelle, delle quali *C. osculatum* A, B e C con distribuzione boreale-artica (Nascetti *et al.*, 1993) e *C. osculatum* D e E, presenti in Antartide (Orecchia *et al.*, 1994). Queste ultime, parassite allo stadio adulto di *Leptonychotes weddelli* (foca di Weddell), risultano inoltre ben differenziate dalla specie *C.radiatum* (Arduino *et al.*, 1995). Vengono qui riportati i dati sulla presenza di forme larvali delle tre specie antartiche del genere *Contracaecum* in teleostei provenienti da Baia Terra Nova (Mare di Ross).

Materiali e metodi

Sono stati esaminati 297 esemplari appartenenti ad 11 specie di teleostei delle famiglie Bathydraconidae, Channictydae e Nototheniidae. L'identificazione a livello specifico delle 2118 larve di *Contracaecum* raccolte, non possibile su base morfologica, è stata eseguita mediante l'elettroforesi multilocus, sulla base dei loci diagnostici tra *C.osculatum* D, *C.osculatum* E e *C.radiatum* (lavori citati).

Risultati e discussione

Tutte le specie di teleostei esaminate sono risultate parassitate dalle tre specie di *Contracaecum,* con differenze significative nelle loro frequenze relative partendo da quelle osservate nell'ospite definitivo, *Leptonychotes weddelli* (Tab.1). I dati ottenuti suggeriscono che i batidraconidi e i cannictidi bentopelagici giocano un

importante ruolo come ospiti intermedi o paratenici sia per *C. osculatum* D che per *C. radiatum*, mentre i nototenidi bentonici, quali *T. bernacchii* e *T. pennelli,* sembrerebbero essere coinvolti principalmente nel ciclo biologico di *C.osculatum* E. I risultati ottenuti, non solo rappresentano un ulteriore contributo alla conoscenza del ciclo biologico di questi Anisaridi in ambiente antartico, ma permettono anche di evidenziare differenze nella loro nicchia ecologica come già documentato, a livello degli ospiti definitivi, per le tre specie di *Contracaecum* presenti nella regione boreale-artica (Nascetti *et al.*, 1993).

Tab. 1 - Numero di individui (*n*) e frequenza (%) delle tre specie parassite negli ospiti esaminati.(•Bathydraconidae;*Channictyidae;⁺Nototheniidae).

Number of specimens (*n*) of the three species of *Contracaecum* and their relative proportions (%) in the examined hosts. (•Bathydraconidae; *Channictyidae; ⁺Nototheniidae).

	***C.osculatum* D**		***C.osculatum* E**		***C.radiatum***	
	n	**(%)**	***n***	**(%)**	***n***	**(%)**
Ospiti						
Leptonychotes weddelli	210	(65)	94	(29)	20	(6)
Cygnodraco mawsoni•	10	(48)	7	(33)	4	(19)
Gymnodraco acuticeps•	262	(62)	129	(30)	34	(8)
*Pagetopsis macropterus**	13	(72)	1	(6)	4	(22)
*Cryodraco antarcticus**	172	(57)	76	(25)	54	(18)
*Chionodraco myersi**	81	(81)	4	(4)	15	(15)
*Chionodraco hamatus**	437	(67)	88	(13)	132	(20)
Trematomus newnesi⁺	159	(27)	177	(30)	250	(43)
Trematomus pennelli⁺	39	(39)	57	(57)	4	(4)
Trematomus hansoni⁺	9	(45)	5	(25)	6	(30)
Trematomus bernacchii⁺	11	(20)	41	(76)	2	(4)
Pagothenia borchgrevinki⁺	29	(71)	12	(29)	-	-

Bibliografia

ARDUINO P., NASCETTI G., CIANCHI R., PLÖTZ J., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., PAGGI L., ORECCHIA P., BULLINI L. (1995) - Isozyme variation and taxonomic rank of *Contracaecum radiatum* from the Antarctic Ocean (Nematoda, Ascaridoidea). *Systematic Parasitology,* **30**: 1-9.

NASCETTI G., CIANCHI R., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., ORECCHIA P., PAGGI L., BRATTEY J., BERLAND B., SMITH J.W., BULLINI L. (1993) - Three sibling species within *Contracaecum osculatum* (Nematoda, Ascaridida, Ascaridoidea) from the Atlantic Arctic-boreal region: reproductive isolation and host preference. *International Journal for Parasitology,* **23**: 105-120.

ORECCHIA P., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., PAGGI L., PLÖTZ J., CIANCHI R., NASCETTI G., ARDUINO P., BULLINI L. (1994) - Two new members in the *Contracaecum osculatum* complex (Nematoda, Ascaridoidea) from the Antarctic. *International Journal for Parasitology,* **24**: 367-377.

Ricerca condotta nell'ambito del Programma Nazionale Ricerche in Antartide (PNRA).

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 666-667

T. Malatesta, R. Frati*, U. Agrimi**, S. Cerioni,
M. Pulcini***, G. Di Guardo*

Istituto di Parassitologia, Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.
*I. Z. S. delle Regioni Lazio e Toscana, Roma, Italia.
**I. S. S. - Lab. Med. Vet. - Roma, Italia.
***C. S. C., Museo di Storia Naturale di Milano, Italia.

OGMOGASTER ANTARCTICUS JOHNSTON, 1931 (DIGENEA: NOTOCOTYLIDAE) IN *BALAENOPTERA PHYSALUS* (LINNAEUS, 1758): PRIMA SEGNALAZIONE PER IL BACINO DEL MEDITERRANEO

OGMOGASTER ANTARCTICUS JOHNSTON, 1931 (DIGENEA: NOTOCOTYLIDAE) IN *BALAENOPTERA PHYSALUS* (LINNAEUS, 1758): FIRST RECORD IN THE MEDITERRANEAN BASIN

Abstract

Ogmogaster antarcticus *is a Digenea, both of pinnipedes and mysticetes, in the Northern and Southern hemysphere. This is the first record for this parasite in the Mediterranean Sea.*

Key-words: *B.physalus*, *Ogmogaster antarcticus*, Cetacea.

Introduzione

Ogmogaster antarcticus fu descritto per la prima volta da Johnston nel 1931, che lo rinvenne in *Leptonychotes weddelli* delle regioni antartiche, mentre la prima segnalazione come parassita di *Balaenoptera physalus* avvenne nel 1953 ad opera di Skrjabin, che lo rilevò in esemplari del Nord del Pacifico.

Materiali e metodi

L'esame parassitologico condotto su un giovane maschio di *B.physalus*, spiaggiatosi il 23/9/1995 lungo le coste del Mar Tirreno Settentrionale, ha consentito di evidenziare, nel contenuto intestinale, la presenza di migliaia di digenei. Lo studio morfologico e morfometrico condotto su trenta esemplari, colorati in carminio-boracico, ha permesso di ascriverli alla specie *O.antarcticus* Johnston, 1931.

Risultati

I dati parassitologici da noi evidenziati, presentano un'ampia sovrapposizione con quelli rilevati da altri Autori per lo stesso ospite rinvenuto in diverse aree geografiche (Skrjabin, 1953; Raga *et al.*, 1986). Fa eccezione la larghezza del corpo che, risultando di dimensioni minori, conferisce ai nostri esemplari una forma più affusolata (Tab. 1).

Discussione

O. antarcticus presenta un'ampia distribuzione geografica ed una scarsa specificità per l'ospite, parassitando sia pinnipedi, sia misticeti (Rausch e Fay, 1966).

Tale caratteristica differisce da quella delle specie congeneriche (*O. plicatus, O. pentalineatus, O. delamurei, O. grandis, O. trilineatus, O. eptalineatus*) che, stando alle attuali conoscenze, hanno una distribuzione geografica più limitata ed una maggiore specificità, parassitando o pinnipedi, o misticeti. Il ritrovamento di *O. antarcticus* nel bacino del Mediterraneo ne costituisce la prima segnalazione, confermando la distribuzione cosmopolita del parassita. Il contributo del presente lavoro è quello di approfondire le conoscenze sulla distribuzione della parassitofauna dei cetacei, evidenziando inoltre le differenze morfologiche tra gli esemplari di *O. antarcticus* rinvenuti in varie aree geografiche.

Tab. 1 - Dati morfometrici di *O. antarcticus* del Mediterraneo, messi a confronto con quelli riportati da altri autori per altre aree geografiche.

Morphometric data of *O. antarcticus* from the Mediterranean compared with those reported by other authors for other geographical areas.

	Skrjabin 1953 Nord Pacifico	**Raga *et al.*1986 Atlantico**	**Nostri dati Mediterraneo**
Lungh. corpo	5,9-6,8	5,57-8,19	4,7-8,15
Largh. corpo	4,2-4,5	3,98-5,8	2,8-4,1
Lungh. s.cirro	2,0-2,3	2,08-3,33	1,8-4,07
Largh. s.cirro	0,5-0,55	0,43-0,61	0,3-0,6
Lungh. uova	0,020-0,023	0,015-0,020	0,020-0,035
Largh. uova	0,01-0,012	0,0075-0,0125	0,010-0,020
Filam. polari	> ½ lunghezza	0,149-0,235	0,110-0,230

Bibliografia

SKRJABIN K. I. (1953) - *Trematody zhivotnykh i cheloveka. Osnovy trematodologii*. Vol. 8 Akad. Nauk SSSR, Gel'mint. Lab., Moskow: 618 p.

RAGA J. A., ANGUILAR A., FERNANDEZ J. P., CARBONELL E. (1986) - Parasitofauna de *Balaenoptera physalus* (L. 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en las costas atlãnticas españolas: I. Sobre la presencia de *Ogmogâster antarcticus* Johnston, 1931 (Trematoda: Notocotylidae). *Rev. Ibér. Parasitol.*, **46** (3): 237-240.

RAUSCH R. L., F. H. FAY (1966) - Studies on the helminth fauna of Alaska. XLIV. Revision of *Ogmogaster* Jägerskiöld, 1891, with a redescription of *O. pentalineatus* sp. n. (Trematoda: Notocotylidae). *J. Parasitol.*, **52** (1): 26-38.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 668-672

F.G. PANNACCIULLI*, J.D.D. BISHOP**, S.J. HAWKINS***

Port Erin Marine Laboratory, Department of Environmental and Evolutionary Biology, University of Liverpool, IM9 6JA, Port Erin, Isle of Man, U.K.
Present addresses:
*Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Istituto di Zoologia, Università di Genova, Via Balbi, 5 - 16126, Genova, Italy.
**The Marine Biological Association of the U.K., Plymouth, England.
***School of Biological Sciences, Univ. of Southampton, England.

CHANGE OF THE FIXATION INDEX F_{IS} WITH PROGRESSIVE POOLING OF SAMPLES REVEALS ATLANTIC-MEDITERRANEAN GENETIC DIFFERENTIATION IN TWO SPECIES OF LITTORAL BARNACLE

LA VARIAZIONE DELL'INDICE DI FISSAZIONE F_{is} CON UN PROGRESSIVO RAGGRUPPAMENTO DEI CAMPIONI RIVELA DIFFERENZIAZIONE GENETICA ATLANTICO-MEDITERRANEA IN DUE SPECIE DI CIRRIPEDI LITTORALI

Abstract

Electrophoretic data on Chthamalus montagui *Southward and* Chthamalus stellatus *(Poli) (Crustacea, Cirripedia) collected along the NE Atlantic and Mediterranean coast, were analysed using a technique based on Wright's F-statistics. Progressive grouping procedures were applied to the samples and Weir and Cockerham's unbiased estimators of F_{is} calculated at each stage to detect levels of genetic structuring along the geographical gradient.*

Key-words: barnacle, genetic differentiation, Atlantic-Mediterranean, F-statistics, allozymes.

Introduction

In the North East Atlantic and Mediterranean Sea, the thoracican barnacle *Chthamalus montagui* Southward was distinguished from *Chthamalus stellatus* (Poli) relatively recently (Southward, 1976). In 1981, Dando and Southward suggested the existence of "Atlantic" and "Mediterranean" forms of *C. montagui* on the basis of electrophoretic analyses. No division of this kind was noted for *C. stellatus* (Dando and Southward, 1981). This paper is part of a broader study where we attempt to enlarge Dando and Southward's work, by analysing with allozyme electrophoresis samples of *C. montagui* from its entire geographical range and also by extending the previous analyses of *C. stellatus* (see also Pannacciulli *et al.*, 1997). In this paper we address the problem using a progressive grouping analysis of the data to detect spatial pattern.

Methods

A total of 22 samples of *C. montagui* and 16 of *C. stellatus* were collected from sites along the North East Atlantic, Mediterranean and Black Sea coasts (Fig 1). About 60 animals from each sample were analysed using standard horizontal starch gel electrophoresis of allozymes. Only six loci *(PGI, GOT, PGM, MPI, PEP,*

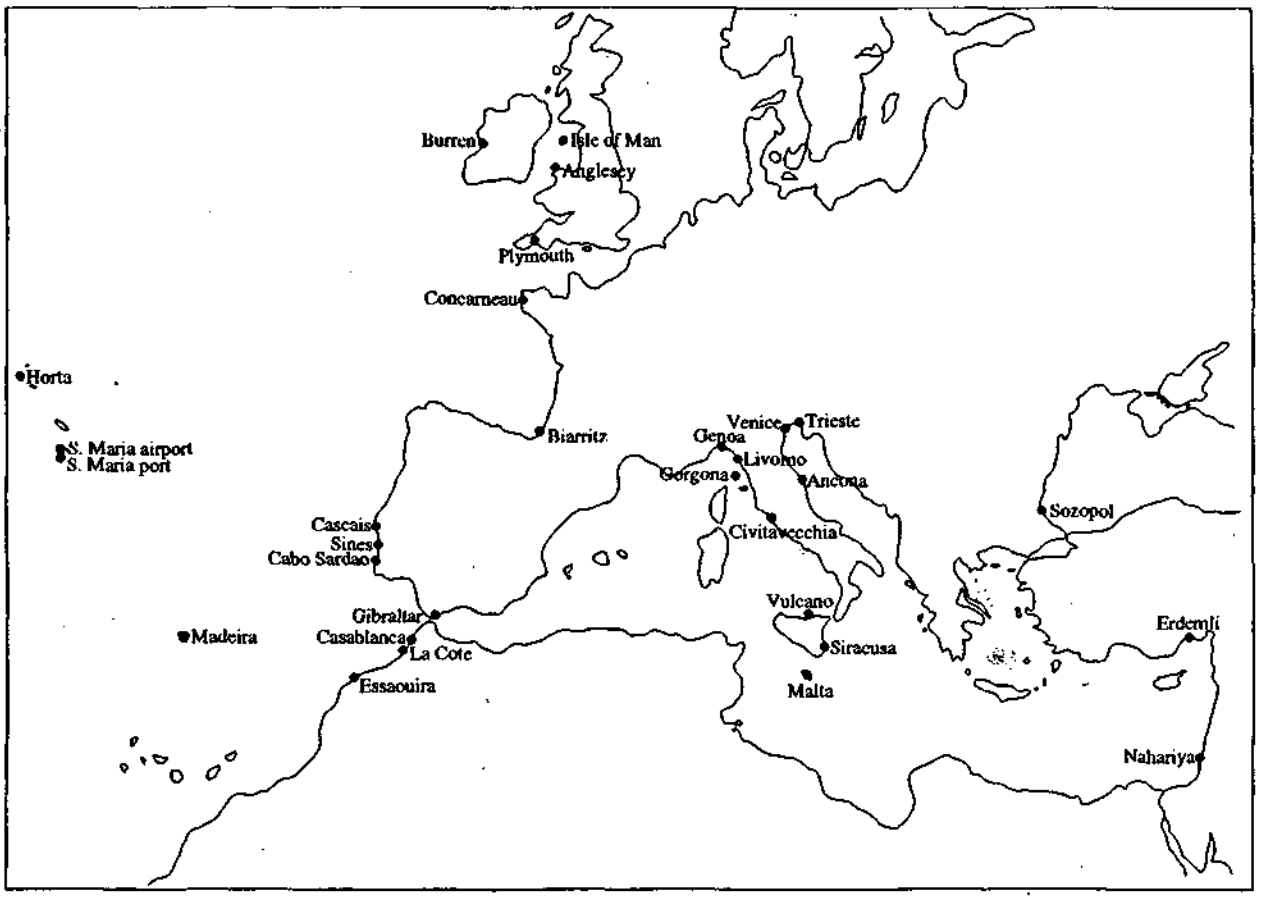


Fig. 1 - Map of the sampling sites.

Mappa dei siti campionati.

SOD) for *C. montagui* and four *(PGI, GOT, PGM, MPI)* for *C. stellatus* were found to give scorable results.

A special technique based on Wright's F-statistics was employed to carry out the data analysis. Weir and Cockerham's unbiased estimators of Wright's F-statistics (Wright, 1965, 1978; Nei, 1977; Weir and Cockerham, 1984; Weir, 1990) were obtained using the computer program FSTAT (Goudet, 1994), which requires individual multi-locus genotypes.

To detect levels of genetic structuring between regions, grouping procedures were applied to the samples (Goudet *et al.*, 1994). Weir and Cockerham (W-C) fixation index F_{is} (Weir, 1990) was calculated over all loci and all samples at different levels of grouping. At stage 1 all samples were kept separate; at stage 2 geographically adjacent samples were pooled together, data reprocessed and a new estimate of F_{is} obtained. The procedure was repeated until all samples were pooled and the last estimate obtained (Tables 1-2). To visualise structuring, the different estimates were plotted with the pooling stages on the X-axis and the W-C F_{is} values on the Y-axis (Fig 2).

Error bars were obtained by bootstrapping over loci to estimate the 95% confidence interval.

The grouping procedure generates a great heterogeneity in the sample sizes. Unless unbiased estimators are used, such as W-C F_{is} which is weighted for sample size, the levels of structuring may stay hidden (Goudet *et al.*, 1994).

Results

All analysed loci *(PGI, GOT, PGM, MPI, PEP)* revealed a polymorphic pattern,

Tab. 1 - *C. montagui*: pooling strategy for calculation of F_{is} (Mediterranean localities underlined).

C. montagui: strategia di raggruppamento per il calcolo di F_{is} (località Mediterranee sottolineate).

Pooling	Populations
1st stage	BUR IOM ANG PLY CON BIA CAS SIN SAR CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
2nd stage	{BUR-IOM-ANG} PLY CON BIA CAS SIN SAR CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
3rd stage	{BUR-IOM-ANG-PLY} CON BIA CAS SIN SAR CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
4th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON} BIA CAS SIN SAR CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
5th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA} CAS SIN SAR CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
6th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR} CBL COT ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
7th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT} ESS GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
8th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS} GIB GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
9th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB} GEN LIV CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
10th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV} CIV SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
11th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV} SIR MAL ANC VEN TRI SOZ
12th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV-SIR} MAL ANC VEN TRI SOZ
13th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV-SIR-MAL} ANC VEN TRI SOZ
14th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV-SIR-MAL-ANC} VEN TRI SOZ
15th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV-SIR-MAL-ANC-VEN-TRI} SOZ
16th stage	{BUR-IOM-ANG-PLY-CON-BIA-CAS-SIN-SAR-CBL-COT-ESS-GIB-GEN-LIV-CIV-SIR-MAL-ANC-VEN-TRI-SOZ}

Key: ANC = Ancona, ANG = Anglesey, BIA = Biarritz, BUR = Burren, CAS = Cascais, CBL = Casablanca, CIV = Civitavecchia, CON - Concarneau, COT = La Cote, ESS = Essaouira, GEN = Genoa, GIB = Gibraltar, IOM = Isle of Man, LIV = Livorno, MAL = Malta, PLY = Plymouth, SAR = Cabo Sardao, SIN = Sines, SIR = Siracusa, SOZ = Sozopol, TRI = Trieste, VEN = Venice.

Tab. 2 - *C. stellatus:* pooling strategy for calculation of F_{is} (Mediterranean localities underlined).

C. stellatus: strategia di raggruppamento per il calcolo di F_{is} (località Mediterranee sottolineate).

Pooling	Populations
1st stage	PLY CON BIA HOR SMA SMP MAD GIB GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
2nd stage	{PLY-CON} BIA HOR SMA SMP MAD GIB GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
3rd stage	{PLY-CON-BIA} HOR SMA SMP MAD GIB GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
4th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP} MAD GIB GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
5th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD} GIB GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
6th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB} GEN GOR CIV VUL SIR MAL ERD NAH
7th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB-GEN-GOR-CIV} VUL SIR MAL ERD NAH
8th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB-GEN-GOR-CIV-VUL-SIR} MAL ERD NAH
9th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB-GEN-GOR-CIV-VUL-SIR-MAL} ERD NAH
10th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB-GEN-GOR-CIV-VUL-SIR-MAL-ERD} NAH
11th stage	{PLY-CON-BIA-HOR-SMA-SMP-MAD-GIB-GEN-GOR-CIV-VUL-SIR-MAL-ERD-NAH}

Key: BIA = Biarritz, CIV = Civitavecchia, CON = Concarneau, ERD = Erdemli, GEN = Genoa, GIB = Gibraltar, GOR = Gorgona, HOR = Horta, MAD = Madeira, MAL = Malta, NAH = Nahariya, PLY = Plymouth, SIR = Siracusa, SMA = S. Maria airport, SMP = S. Maria port, VUL = Vulcano.

apart from *SOD* which appeared to be monomorphic. According to Wright's F_{st} values, calculated using the computer package Biosys-1 (Swofford and Selander, 1989), *PGM* (F_{st} = 0.244) in *C. montagui* and *GOT* (F_{st} = 0.094) in *C. stellatus* were the loci with the greatest overall genetic differentiation.

Changes in the estimates of F_{is} (Fig. 2) revealed genetic structuring between samples. In fact, increasing F_{is} values showed that two or more breeding units were pooled together, the magnitude of the increase being dependent on the amount of gene flow between the different breeding groups. On the contrary, constant values of F_{is} indicated that the merged samples were not different breeding groups. In *C. montagui* the only discontinuity occurred between pooling stages 9 and 10 (Fig. 2). At this stage the first two Mediterranean samples were pooled with the

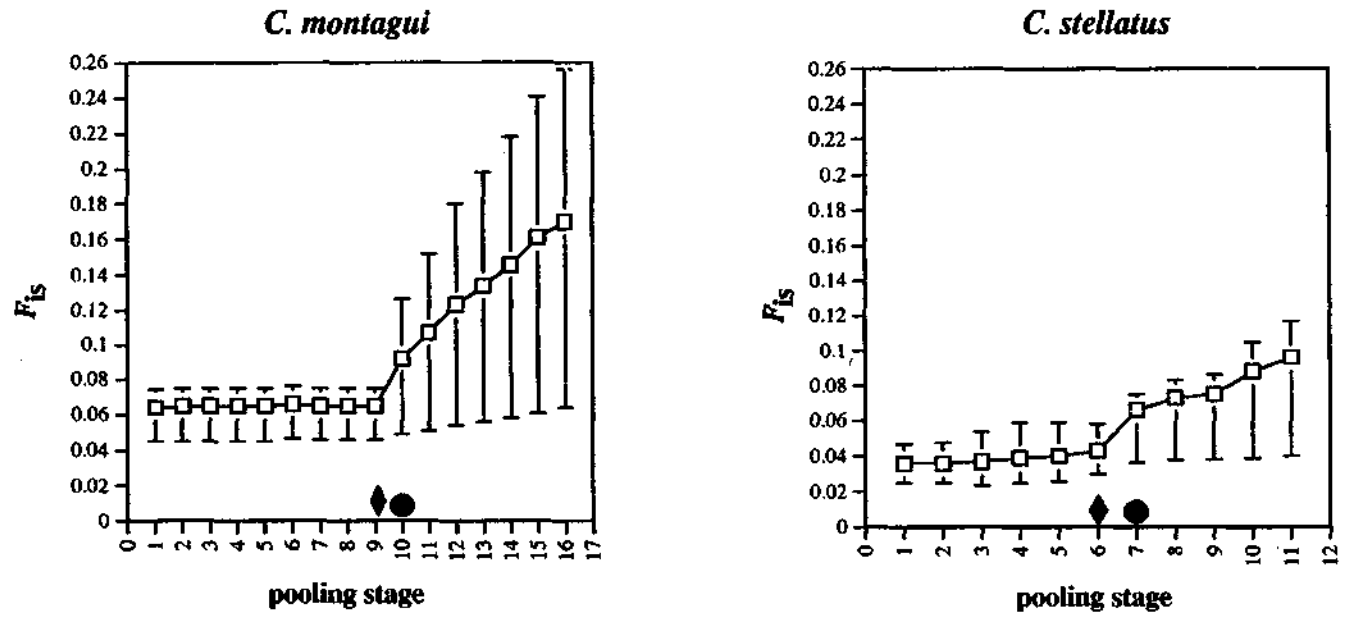


Fig. 2 - Change of F_{is} with progressive pooling of samples (bootstrapped 95% confidence intervals shown). Samples were pooled progressively from North to South within the Atlantic and then moving into the Mediterranean from West to East.
The diamond indicates the pooling stage at which the Gibraltar sample was added for each species. The closed circle corresponds to the stage in which the first Mediterranean samples were added. For more detailed explanations of the pooling strategy refer to Tables 1 and 2.

Variazione di F_{is} con il progressivo raggruppamento dei campioni (sono riportati gli intervalli di confidenza bootstrapped al 95%). I campioni vengono progressivamente raggruppati andando da Nord a Sud nell'Atlantico e poi da Ovest ad Est nel Mediterraneo.
In entrambe le specie il rombo indica lo stadio di raggruppamento in cui viene aggiunto il campione di Gibilterra. Il cerchio pieno corrisponde allo stadio in cui vengono aggiunti i primi campioni Mediterranei. Per dettagli sulla tecnica di raggruppamento, vedere Tabella I e 2.

Atlantic ones, causing a sharp increase of the new estimate of F_{is}. In the subsequent pooling stages the F_{is} estimates increased monotonically as more Mediterranean samples were added. The bootstrapped 95% confidence intervals of the F_{is} estimates were very large from pooling stage 10 onwards and overlapped among all pooling stages. These wide intervals resulted from the relatively high F_{is} values at the *PGM* locus, compared with the other loci, when Mediterranean localities were present in the pooled sample.

C. stellatus samples showed less overall change of F_{is} values during pooling than *C. montagui*. The first level of structuring could be seen, as in *C. montagui*, when the first Mediterranean samples were pooled with the Atlantic ones (pooling stage 7). Another slight discontinuity could be noticed at pooling stage 10, where the Eastern Mediterranean samples, from Turkey and Israel, were added to the others. Some of the confidence intervals still overlapped among pooling stages but, overall, the error bars were smaller in comparison to those of *C. montagui*, implying that the variation of F_{is} was distributed more evenly over loci. In both species the confidence intervals were found to be asymmetric with respect to the mean. This is characteristic of the bootstrapping method when the estimators obtained from the resampling technique are not normally distributed.

Discussion

In *C. montagui* F_{is} increases monotonically after a single marked point of inflection where the first Mediterranean samples are added. *C. stellatus* shows two points

of inflection, where the first Mediterranean and the Eastern Mediterranean samples are added. The Atlantic and Mediterranean forms of *C. montagui* seem to be more differentiated than those of *C. stellatus,* as is shown by the higher values of F_{is} reached. The higher the F_{is} values, the lower the gene flow between the different breeding groups. Given the suspected greater larval dispersal of *C. stellatus* in comparison to *C. montagui* (Burrows, 1988), the smaller genetic differentiation observed in *C. stellatus* could result from greater gene flow. However, it must not be forgotten that the apparent differences are based largely on the respective levels of variation at a single locus in each species: *GOT* in *C. stellatus* and *PGM* in *C. montagui.*

This study confirmed Dando and Southward's (1981) results for *Chthamalus montagui,* and demonstrated that *C. stellatus* also shows genetic differentiation between the Atlantic and Mediterranean (see also Pannacciulli *et al.,* 1997). It can be suggested that the history of the Mediterranean, combined with the present hydrographic pattern, might have promoted and maintained differentiation of the Mediterranean populations. The "Atlantic" and "Mediterranean" forms could have become separated during the climatic and sea-level fluctuations of the Pleistocene. The generated divergence could have been maintained by hydrographic barriers, in particular by the Almeria-Oran front in the Alboran Sea which may restrict larval dispersal in both directions.

Bibliography

BURROWS M. T. (1988) - *The comparative biology of* Chthamalus stellatus *(Poli) and* Chthamalus montagui *Southward.* Ph.D. Thesis, University of Manchester.

DANDO P.R., SOUTHWARD A.J. (1981) - Existence of 'Atlantic' and 'Mediterranean' forms of *Chthamalus montagui* (Crustacea, Cirripedia) in the Western Mediterranean. *Marine Biology Letters,* **2**: 239-248.

GOUDET J. (1994) - *FSTAT, a program for IBM PC compatibles to calculate Weir and Cockerham's (1984) estimators of F-statistics.* Université de Lausanne, Dorigny, Switzerland.

GOUDET J., DE MEEÜS T., DAY A.J., GLIDDON C. (1994) - The different levels of population structuring of the dogwhelk, *Nucella lapillus,* along the South Devon coast. In: Beaumont A.R. (ed), *Genetics and Evolution of Aquatic organisms,* Chapman & Hall, London: 81-95.

NEI M. (1977) - F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. *Annals of Human Genetics,* **41**: 225-233.

PANNACCIULLI F.G., BISHOP J.D.D., HAWKINS S.J. (1997) - Genetic structure of populations of two species of *Chthamalus* (Crustacea: Cirripedia) in the north-east Atlantic and Mediterranean. *Marine Biology,* **128**: 73-82.

SOUTHWARD A.J. (1976) - On the taxonomic status and distribution of *Chthamalus stellatus* (Cirripedia) in the North-East Atlantic region: with a key to the common intertidal barnacles of Britain. *Journal of the Marine Biological Association of the UK,* **56**: 1007-1028.

SWOFFORD D.L., SELANDER R.B. (1989) - *Biosys-1. A Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in Population Genetics and Biochemical Systematics.* User's Manual, Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois.

WEIR B.S. (1990) - *Genetic data analysis: methods for discrete population genetic data.* Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

WEIR B.S., COCKERHAM C.C. (1984) - Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution,* **38**: 1358-1370.

WRIGHT S. (1965) - The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution,* **19**: 395-420.

WRIGHT S. (1978) - *Evolution and the genetics of populations. Vol. 4: Variability within and among natural populations.* University of Chicago Press, Chicago.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 673-674

M. RAMELLI, V. Sassone, G. SANSONE

Dipartimento di Fisiologia Generale ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia

INFLUENZA DELLO STRESS ALIMENTARE SUL BIOACCUMULO DI PAHS IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

FEEDING STRESS INFLUENCE AND PAHS BIOACCUMULATION IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Abstract

PAHs bioaccumulation in mussels was valued at different algal concentrations in short time exposure experiments. Bioaccumulation was influenced by feeding stress and resulted significatively highest at 40.000 cells/ml.

Key-words: *Mytilus,* bioaccumulation, feeding, stress, PAHs.

Introduzione

I mitili sono sovente utilizzati come biomonitors (Viarengo *et al.,* 1991), per valutare l'impatto delle concentrazioni ambientali di PAHs (Idrocarburi Policiclici Aromatici). Essendo gli idrocarburi poco solubili in acqua, l'assunzione dei PAHs da parte dei mitili avviene prevalentemente attraverso la catena alimentare (Broman *et al.,* 1990). La capacità di filtrazione dei mitili varia in relazione al regime alimentare, presentando un optimum intorno alle 30.000 cellule/ml (Riisgard *et al.,* 1981). In questo lavoro si è indagato sul bioaccumulo di PAHs in relazione allo stress alimentare determinato dalla variazione della concentrazione di alghe, con cui sono stati alimentati i mitili esposti a Benzo (a) Antracene e Benzo (a) Pirene ed esposti in condizioni controllate di pH, O_2, salinità e temperatura.

Materiali e metodi

I mitili, stabulati in vasche di 40 lt con flusso di 2 lt/h sono stati alimentati con alghe *(Isochrysis galbana),* esposti a 2 ng/lt di B (a) P e B (a) A. La situazione di stress alimentare è stata effettuata variando ogni tre giorni la concentrazione algale nel modo seguente: la dieta inizialmente di 5.000 cellule/ml, è stata elevata a 70.000, successivamente ridotta a 10.000 ed infine portata a 40.000 cellule/ml. Come controllo sono stati utilizzati mitili alimentati nello stesso modo, ma non esposti. I mitili sono stati omogeneizzati ed in seguito, è stata eseguita l'estrazione dei PAHs in esano e l'estratto, concentrato e ripreso in acetonitrile, è stato cromatografato su una colonna a setaccio molecolare per HPLC. La frazione contenente i PAHs è stata separata, concentrata e cromatografata su una colonna analitica con sistema HPLC. Gli idrocarburi sono stati rivelati mediante assorbimento nell'U.V. (254nm) ed emissione spettrofluorimetrica (Takatsuki *et al.,* 1985). Per l'analisi statistica è stato utilizzato il T di Student, (n=6).

Risultati

I risultati, relativi al bioaccumulo in relazione alla variazioni della concentrazione algale, sono illustrati in Fig. 1.

Il bioaccumulo di B(a)A e B(a)P è risultato essere massimo alla concentrazione di 40.000 cellule/ml (4.4 ng/g B(a)A e 1.05 ng/g B(a)P), mentre a 70.000 cellule/ml, l'incremento del bioaccumulo non è stato proporzionale all'incremento della

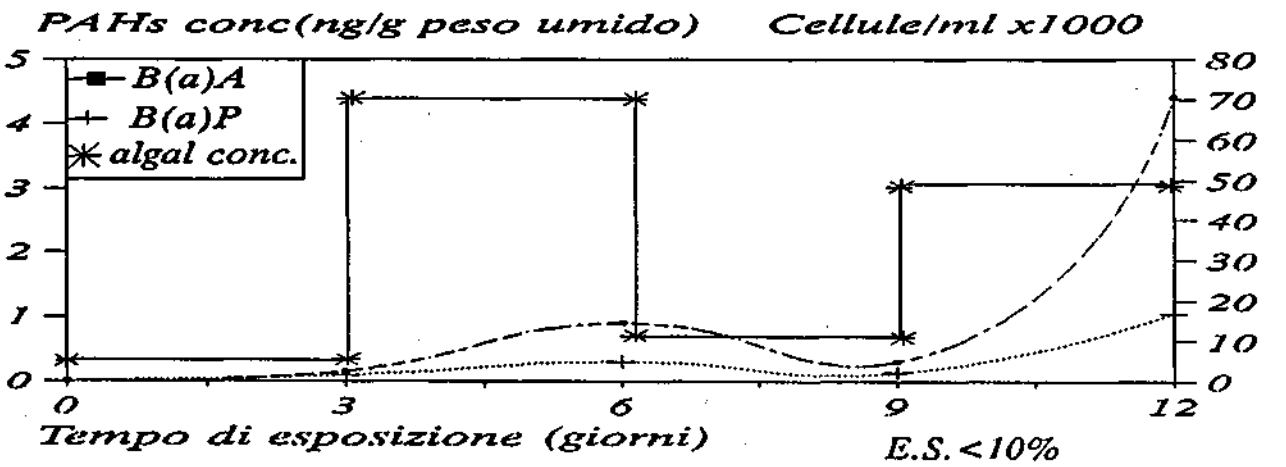


Fig. 1 - ng PAHs bioaccumulati nel tempo a differenti concentrazioni di dieta algali.

ng PAHs/g mussel ww at different cell concentration (10^3).

concentrazione (0.9 ng/g B(a)A e 0.3 ng/g B(a)P). Il bioaccumulo è risultato basso anche a 5.000 (0.15 ng/g B(a)A e 0.09 ng/g B(a)P) e 10.000 cellule/ml (0.3 ng/g B(a)A e 0.13 ng/g B(a)P). La presenza di idrocarburi nel controllo non è stata rivelata al di sopra dei limiti di sensibilità degli strumenti.

Discussione e conclusione

I mitili alimentati con 40.000 cellule/ml hanno mostrato il maggiore bioaccumulo ($p<0.001$), probabilmente legato alla migliore efficienza di filtrazione; esso infatti è maggiore rispetto alla alimentazione con 5.000 e 10.000 cellule/ml. Quando i mitili, invece, sono stati nutriti con 70.000 cellule/ml il bioaccumulo è risultato minore a quello mostrato con la dieta a 40.000 cellule/ml. Ciò è dovuto probabilmente ad una ridotta efficienza di filtrazione e conseguentemente ridotta capacità di bioaccumulo. I valori ottenuti confermano l'affidabilità del mitile come organismo monitor in quanto bioaccumulatore ed evidenziano che il bioaccumulo di PAHs può essere condizionato dal regime alimentare in relazione alla concentrazione algale, che in questo caso ha subito variazioni stressanti per il mollusco.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dr.ssa. Loggia Giovanna per la ricerca e la selezione bibliografica effettuata.

Bibliografia

BROMAN D., NAF C., LUNDEBERGH I., ZEBUHR Y. (1990) - An in situ study on the distribution, biotransformation and flux of polyciclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an aquatic food chain (*Seston - Mytilus edulis* L. - *Somateria mollissima* L.) from the Baltic: an ecotoxicological persperctive. *Environ. Toxicol. Chem.* 9: 429-442.

RIISGARD H.U., RANDLOV A. (1981) - Energy budgets, growth and filtration rates in *Mytilus edulis* at different algal concentration. *Mar. Biol.*, 61: 227-234.

TAKATSUKI K., SUZUKI S., NOBUTOSHI S., USHIZAWA I. (1985) - Liquid chromatographic determination of polyciclic aromatic hydrocarbons in fish and shellfish. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68 (5): 945-949.

VIARENGO A., CANESI L. (1991) - Mussels as biological indicators of pollution. *Aquaculture,* 94: 225-243.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 675-677

C. RIZZI, L. STABILI, R. A. CAVALLO, M. I. ACQUAVIVA

Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" C.N.R.,
Via Roma 3 - 74100 Taranto, Italia.

I BATTERI LUMINOSI IN ORGANISMI BENTONICI DEL GOLFO DI TARANTO

LUMINOUS BACTERIA IN BENTHONIC ORGANISMS IN THE GULF OF TARANTO

Abstract

Luminous and heterotrophic bacteria were searched in benthonic organisms such as Holothuria tubulosa, Ciona intestinalis, Pisidia bluteli *and* Liocarcinus depurator *collected in the Gulf of Taranto. Results showed that their concentration was higher in organisms than in sediments and water samples.*

Key-words: luminous bacteria, heterotrophic bacteria, benthonic organisms.

Introduzione

Nell'ambito dell'ecosistema marino numerosi studi sono stati condotti per approfondire le conoscenze sulle relazioni esistenti fra diverse specie di invertebrati e i batteri ad esse associati. In particolare, i batteri luminosi rappresentano una frazione della cenosi microbica eterotrofa largamente diffusa in diversi ambienti e associata con una varietà di sorgenti di materia organica. Possono vivere liberi nella colonna d'acqua, adattati a diversi valori di temperatura e di pressione (Ruby *et al.,* 1980), e la loro concentrazione può oscillare tra 10^2 e 10^4/l (Nealson *et al.,* 1984). Sono stati descritti come simbionti degli organi luminosi dei pesci, come saprofiti su organismi in decomposizione, come commensali nel tratto digestivo di pesci ed invertebrati, sulla superficie di organismi, o come parassiti di crostacei (Lesser *et al.,* 1990; Ruby *et al.,* 1979). In queste associazioni possono raggiungere una concentrazione molto elevata, dell'ordine di 10^9/ml (Nealson *et al.,* 1984). La stessa specie batterica può, inoltre, essere ritrovata sia come forma libera planctonica sia in un'ampia varietà di associazioni simbiontiche. Per approfondire le conoscenze relative alla flora batterica luminosa associata ad invertebrati marini, sono stati selezionati organismi bentonici, a differente trofia, provenienti dal Mar Grande e dal Mar Piccolo del Golfo di Taranto, quali: *Holothuria tubulosa, Ciona intestinalis, Pisidia bluteli* e *Liocarcinus depurator.* Il Mar Piccolo rappresenta un ecosistema marino caratterizzato da un maggiore livello d'inquinamento e da minore idrodinamismo rispetto al Mar Grande.

Materiali e metodi

Dieci esemplari di ciascuno degli organismi selezionati sono stati raccolti nel Golfo di Taranto. Per la ricerca quantitativa e qualitativa dei batteri eterotrofi e luminosi, le polpe degli animali, opportunamente omogenate e diluite, sono state seminate, rispettivamente, su piastre di Marine agar e SWC agar come anche i campioni di acqua e sedimento prelevati in corrispondenza dello stesso sito di campionamento. I ceppi batterici isolati sono stati identificati mediante test

morfologici, biochimici ed enzimatici secondo quanto riportato nel Bergey's Manual (Kreig, 1989).

Risultati

I dati ottenuti hanno consentito di evidenziare, nella polpa dei diversi organismi, una maggiore concentrazione della flora batterica eterotrofa (BEM) e luminosa (BL) rispetto ai campioni di acqua e sedimento prelevati dal medesimo sito di campionamento (tab. 1). In particolare, l'accumulo dei luminosi è risultato molto elevato nel caso delle due specie di crostacei.

I test morfologici e biochimici hanno permesso di concludere che le specie luminose riscontrate nell'acqua e nei sedimenti erano le medesime isolate dalla polpa degli organismi esaminati. In particolar modo, le specie più abbondanti sono state *Vibrio harveyi, Alteromonas hanedai* e *Photobacterium phosphoreum.*

Tab. 1 - Flora batterica eterotrofa (BEM) e luminosa (BL) presente negli organismi, nell'acqua e nel sedimento.

Heterotrophic (BEM) and luminous (BL) bacteria in different organisms, water and sediment.

	BEM	BL
Holothuria tubulosa	11 x 10^5	25 x 10
Acqua	41 x 10^2	0,1 x 10
Sedimento	66 x 10^3	0,3 x 10
Ciona intestinalis	84 x 10^2	63 x 10
Acqua	85 x 10^3	0,1 x 10
Sedimento	87 x 10^3	0,1 x 10
Pisidia bluteli	23 x 10^4	13 x 10^3
Acqua	26 x 10^2	0,1 x 10
Sedimento	35 x 10^3	0
Liocarcinus depurator	13 x 10^5	24 x 10^3
Acqua	54 x 10	0,1 x 10
Sedimento	84 x 10^3	0,1 x 10

Discussione

I dati ottenuti ci consentono di affermare che gli animali bentonici considerati si comportano da chemostato naturale, permettendo, al loro interno, una concentrazione molto elevata della carica microbica eterotrofa. D'altro canto, è stato dimostrato che alcuni oloturoidi, con tratto digestivo vuoto, presentavano una carica microbica dell'ordine di 10^4 CFU/ml, confermando l'ipotesi secondo cui molti batteri sarebbero associati alle pareti del tratto digerente piuttosto che al contenuto intestinale (Caruso *et al.,* 1990). Relativamente ai BL, l'accumulo è ancora più evidente; infatti, la percentuale con cui tali batteri sono stati rinvenuti nella polpa degli animali è molto più elevata rispetto a quella con cui essi sono presenti nell'acqua e nei sedimenti e dimostra come l'interno degli animali rappresenti un ambiente idoneo alla proliferazione di tali microrganismi. A tal proposito va sottolineato che la relazione tra forme associate e planctoniche è poco conosciuta; tuttavia, è stato suggerito che il tratto digerente dei simbionti, come anche gli organi luminosi di certi pesci, possono fungere da nicchia specifica per alcune specie di BL che, solo transitoriamente, si riscontrerebbero nella fase "free living". L'alta concen-

trazione nelle due specie di crostacei potrebbe suggerire l'esistenza di un rapporto simbiontico tra BL e tali organismi in cui i primi traggono vantaggio da un ambiente ricco di nutrienti, fornendo in cambio all'ospite la capacità di digerire la chitina. Nonostante il diverso grado di inquinamento dei due ecosistemi di provenienza degli animali esaminati, i dati ottenuti non hanno consentito di rilevare sostanziali differenze della concentrazione dei BL negli organismi con uguale trofia. Studi ulteriori saranno comunque necessari per chiarire i rapporti tra gli animali bentonici e la cenosi microbica in essi isolata.

Bibliografia

CARUSO G., ZACCONE R., CRISAFI E. (1990) - Primi dati sulla flora batterica associata al fluido celomatico e all'intestino di esemplari di *Holothuria polii* (Delle Chiaje). *Memor. Biol. Marin. Ocean.,* 18: 39-53.

HERRING P.J. (1974)- Bioluminescence in marine organisms. *Nature,* London, 267: 788-793.

KREIG N. R. (ED.) (1989) - *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology,* 1: 516-549.

LESSER M.P., BLAKEMORE R.P. (1990) - Description of a novel symbiotic bacterium from the brittle star, *Amphipholis squamata. Appl. Environ. Microbiol.,* 44: 820-824.

NEALSON H.K., HAYGOOD G.M., TEBO M.B., ROMAN M., MILLER E., McCOSKER E.J. (1984) - Contribution by symbiotically luminous fishes to the occurence and bioluminescence of luminous bacteria in seawater. *Microb. Ecol.,* 10: 69-77.

RUBY E.G., MORIN J.G.(1979)- Luminous enteric bacteria of marine fishes: a study of their distribution, densities, and dispersion. *Appl. Environ. Microbiol.,* 38: 406-411.

RUBY E.G., GREENBERG E.P, HASTINGS J.W. (1980) - Planktonic marine luminous bacteria: species distribution in the water column. *Appl. Environ. Microbiol.,* 39: 302-306.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 678-680

A. ROSELLI, P. NICOLOSI, C. MANCUSI, M. NIGRO*

Museo Provinciale di Storia Naturale di Livorno, Via Roma, 234 - 57100 Livorno, Italia.
*Dip. Biomedicina, Università di Pisa, Italia.

STUDIO OSTEOMETRICO DELLO SCHELETRO DI *BALAENOPTERA PHYSALUS* (L.) RECUPERATO DAL MUSEO DI LIVORNO ED ANALISI FUNZIONALE DEL RACHIDE

OSTEOMETRY STUDY OF *BALAENOPTERA PHYSALUS* (L.) SKELETON AND FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE VERTEBRAL COLUMN (NATURAL MUSEUM OF LIVORNO - ITALY)

Abstract

The skeleton of a fin whale (order Cetacea), stranded in Piombino (Tuscany-Italy) in 1990, was studied at the Natural History Museum of Livorno. The anatomical and osteometric analysis has paid particular attention to the vertebral column: results show a strong relation between vertebrae measurements and the kind of swim in this species.

Key-words: *Balaenoptera physalus*, osteometry, functional anatomy.

Introduzione

Il lavoro si colloca nell'ambito del "Progetto Spiaggiamenti" promosso e coordinato dal Centro Studi Cetacei della Società Italiana di Scienze Naturali.

Oggetto di studio è l'esemplare di *Balaenoptera physalus* (L.) recuperata dal Museo Provinciale di Storia Naturale di Livorno.

Si tratta di una femmina lunga 19,50 m soccorsa e liberata in seguito ad un primo spiaggiamento verificatosi nell'ottobre 1990 a Nord dell'area portuale di Livorno e rinvenuta morta, dopo solo dieci giorni, in vicinanza del Porto di Piombino.

Il recupero dello scheletro, da parte del Museo, venne subito considerato di estrema importanza, sia per la successiva conservazione ed esposizione, che per fini di studio.

Materiali e metodi

Dopo le complesse fasi di pulitura del materiale scheletrico, protrattesi nei due anni seguenti (1991-1992), è stato possibile effettuare lo studio osteometrico dell'intero scheletro.

La fase successiva del lavoro ha preso in esame l'anatomia funzionale della colonna vertebrale relativamente al nuoto, attraverso l'elaborazione delle misure dei corpi vertebrali (larghezza, altezza e lunghezza) secondo tre metodiche: la formula di Slijper (1946), che calcola la resistenza offerta dalle vertebre (*momento di resistenza)* ad una forza flettente che agisce, durante il nuoto, lungo un piano sagittale; il metodo di Omura (1971), che analizza le caratteristiche dimensionali delle vertebre per mezzo di un indice di volume ed infine, per la prima volta, viene tentato un confronto con i metodi precedenti, utilizzando anche il peso delle singole vertebre (Delmas *et al.*, 1959).

Risultati

I risultati ottenuti con queste analisi e rappresentabili con delle curve (figg. 1 e 2), mostrano una crescita continua dei valori dalle ultime vertebre cervicali (4a-7a) fino alle ultime lombari (35a-36a) e alle prime caudali (37a-43a), a livello delle quali si osservano i valori massimi, dopodiché i valori decrescono fino alle ultime vertebre caudali (58a-60a).

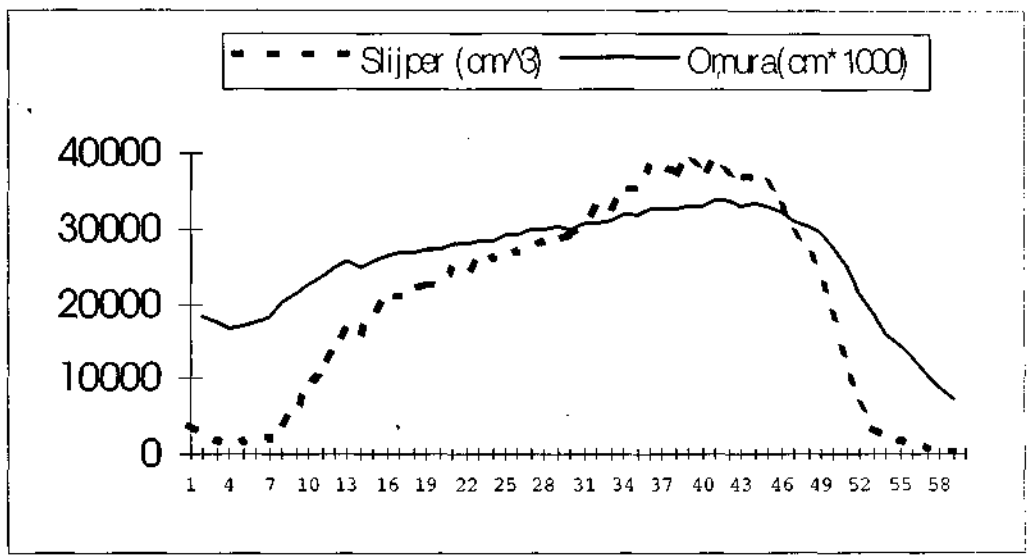


Fig. 1 - Grafico dei *momenti di resistenza* (Slijper, 1946) a confronto con quello dell'indice di volume (Omura, 1971); in ascissa il numero progressivo delle vertebre della balenottera; in ordinata i valori risultanti dalle formule applicate.

Diagram of the moments of resistance (Slijper, 1946) in comparison with the index of the volume (Omura, 1971); along x axis is the progressive number of the vertebrae.

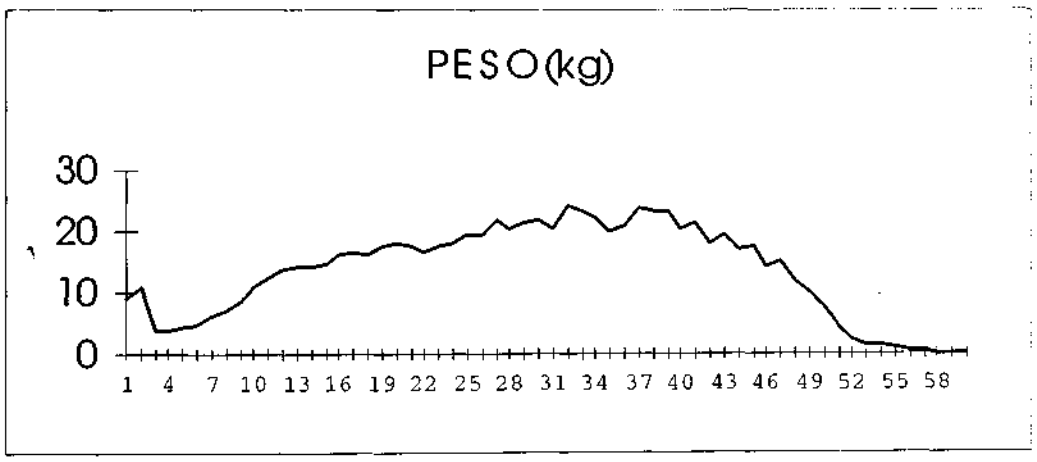


Fig. 2 - Grafico dei pesi delle vertebre della balenottera; in ascissa il numero progressivo delle vertebre e in ordinata il peso.

Diagram of the weights of the vertebrae; along x axis is the progressive number of the vertebrae.

Conclusioni

Nei Cetacei, in seguito all'adattamento ad una vita permanentemente acquatica, la colonna vertebrale assume il ruolo primario per il movimento in acqua: le vertebre che raggiungono i valori più alti nell'elaborazione grafica possiedono quindi le caratteristiche migliori per la propulsione necessaria al nuoto.

Le conclusioni raggiunte sono in accordo con quelle ottenute da altri autori per la specie (Cagnolaro, 1977; Cozzi, 1981; Crovetto, 1991) e andranno ad arricchire ed a confermare le conoscenze relative alla specie *Balaenoptera physalus.*

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i collaboratori del Centro Studi Cetacei, i volontari e le Forze dell'Ordine che sono intervenuti nelle difficili operazioni di recupero dell'esemplare; tutto il personale del Museo di Storia Naturale e della Provincia di Livorno per la loro disponibilità.

Un grazie particolare al Dr. Luigi Cagnolaro per il suo prezioso contributo scientifico e per la fiducia sempre dimostrataci.

Infine un vivo ringraziamento per il prezioso lavoro va all'Architetto Giuseppe Milanesi e alla disegnatrice Rossella Faleni.

Bibliografia

CAGNOLARO L. (1977) - Lo scheletro di *Balaenoptera physalus* (L.) esposto al Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Studio osteometrico. *Natura,* Milano, 68 (1-2): 33-64.

COZZI B. (1981) - Osservazioni sulla morfologia della colonna vertebrale nei Cetacei. *Atti Soc. Sci nat. Mus. civ. Stor. nat. Milano,* **129** (4): 411-432.

CROVETTO A. (1991) - Etude osteometrique et anatomo-fonctionelle de la colonne vertebrale chez les grands cétacés. In: G.Pilleri (Ed.), *Investigations on Cetacea,* 23: 7-189.

DELMAS A., PINEAU H., KYNCL H. (1959) - Signification fonctionnelle du poids du rachis. *Association des Anatomistes* (XLV° Réunion), 810-820.

OMURA H. (1971) - A comparison of the size of the vertebrae among some species of the baleen whales with special reference to whale movements. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.,* Tokyo, 23: 61-69.

SLJIPER E.J. (1946) - Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. *Verh. ned. Akad. Wetensc. Afd. Naturk.,* Amsterdam, 42 (5): 1-128.

Biol. Mar. Medit. (1997), 4 (1): 681-682 ·

R. Di CRISCIO, G. SINISCALCO GIGLIANO*, L. GAUDIO,
S. COZZOLINO*, S. GUARINO

Dipartimento di Genetica, Biologia Generale e Molecolare, Università di Napoli Federico II,
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.
*Dip. di Biologia Vegetale, Università di Napoli Federico II, Via Foria 216 - Napoli, Italia.

ANALISI DEL CONTENUTO IN BASI AZOTATE DEL DNA DI *PARAMOERA WALKERI* (STEBBING) ED ANALISI PRELIMINARE DELLA VARIABILITÀ GENETICA

BASE COMPOSITION OF DNA OF *PARAMOERA WALKERI* (STEBBING) AND PRELIMINARY STUDY ON GENETIC VARIABILITY

Abstract

Different analysis have been carried out on the DNA of the amphipod Paramoera walkeri *Stebbing. Preliminary results was obtained in the base composition by HPLC analysis, in the ribosomal genes structure by RFLPs and in the polymorphism of variable genetic markers by RAPDs on specimens collected in various Antarctic localities.*

Key-words: *Paramoera,* DNA, RAPD, RFLP, amphipod.

Introduzione

L'anfipode *Paramoera walkeri* Stebbing è una specie a distribuzione circumpolare appartenente alla comunità "Sub-fast ice". Su campioni di tale specie, raccolti, in aree differenti della Baia di Terranova, durante la spedizione italiana in Antartide nel biennio 1987-88, è stato effettuato uno studio sui polimorfismi enzimatici (Patarnello *et al.,* 1990). Sui campioni raccolti durante la spedizione antartica del biennio 1993-94 si stanno conducendo analisi del contenuto in basi azotate e della variabilità genetica. Per la prima si è utilizzata l'analisi per HPLC e per l'altra sono state condotte indagini preliminari mediante analisi di RAPD (Random Amplified Polymorphism of DNA) e sull'organizzazione dei geni ribosomali tramite RFLP (Restriction Fragment Lenght Polymorphism).

Materiali e metodi

L'estrazione di DNA genomico da esemplari di *P. walkeri* è stata effettuata da epatopancreas in tampone CTAB 2% (Doyle e Doyle, 1987). Di ogni località di raccolta sono stati esaminati preliminarmente quattro esemplari. Le località di raccolta sono: Adelie Cove, Roccione e Moletto, nei pressi della base italiana ed Inexpress Island distante circa 170 km da questa.

Per l'analisi del contenuto in basi azotate il DNA è stato idrolizzato con acido perclorico 70% a 60° C per 16 ore, neutralizzato con KOH 10M ed analizzato mediante HPLC. È stata utilizzata una colonna Beckman C18 DABS con ultrasfere da 5 m con fase mobile in gradiente KH_2PO_4 20 mM pH 4 -metanolo:acqua (60:40). La determinazione è stata effettuata a 254 nm con un rivelatore UV/VIS. Le basi libere (adenina, timina, citosina e 5-metilcitosina) utilizate come standard, sono state acquistate dalla Sigma Chem. Co. (St. Louis USA).

Per la studio dell'organizzazione dei geni ribosomali il DNA estratto è stato digerito con l'endonucleasi di restrizione *Eco* RI ed ibridizzato con una sonda di DNA di *Drosophila melanogaster,* contenente le sequenze del DNA ribosomale 18S e 28S. Per l'analisi preliminare dei RAPD di popolazioni di *P walkeri* e di *Gammarus insensibilis* è stato utilizzato un primer di dieci basi (5'GTCCCGTTAC 3') (Williams *et al,* 1990). I prodotti di amplificazione sono stati sottoposti ad elettroforesi su gel di agarosio 2%.

Risultati

Il contenuto in basi azotate del DNA è risultato essere: A = 0.36, T = 0.36, G = 0.13, C = 0.07, 5-mC = 0.05, A/T = 1.00, G/C + 5-mC = 1.08, Puri/piri = 1.02, A+T/G+C+5-mC = 2,88. L'ibridazione con la sonda ribosomale ha prodotto per tutti i campioni esaminati un unico frammento di restrizione. Dall'analisi dei prodotti di amplificazione PCR del DNA degli esemplari esaminati si evidenziano sempre gli stessi 6 frammenti in *P. walkeri* e da 3 a 6 frammenti in G. *insensibilis* che variano in un intervallo di pesi molecolari da 0.2 ad **1** Kb.

Discussione e conclusioni

L'analisi del contenuto in basi per HPLC evidenzia un rapporto A+T/G+C+mC pari a 2,88 ed una consistente quantità di citosine metilate (41%). Un elevato rapporto A+T/G+C era stato già riscontrato nel *Cancer pagurus,* mentre l'elevato contenuto in 5-mC non è tipico degli invertebrati, infatti gli artropodi, contrariamente ai vertebrati, presentano solitamente valori bassissimi di metilazione del DNA (Bird and Taggart, 1980).

In questo caso l'elevato valore di metilazione potrebbe essere forse correlato al particolare ambiente in cui vive *Paramoera* o a particolari caratteristiche fisiologiche di quest'organismo. Nel riccio di mare la variazione dei livelli di metilazione del DNA, in determinati tessuti appare direttamente correlata con le variazioni di attività trascrizionali. I risultati preliminari ottenuti con lo studio del DNA ribosomale lasciano ipotizzare la tipica organizzazione a cluster dei geni essendo stato visualizzato un unico frammento di restrizione.

I RAPD ottenuti da *P. walkeri* mostrano uniformità (sempre 6 frammenti amplificati) sia tra campioni raccolti nella stessa località che tra campioni raccolti in località diverse. Esperimenti paralleli condotti su *Gammarus insensibilis* (specie a distribuzione circummediterranea), utilizzando lo stesso primer mostrano una notevole variabilità individuale (da 3 a 6 frammenti amplificati). Tale risultato, anche se verificato per un singolo amplificato, potrebbe far ipotizzare un basso grado di variabilità genetica dovuto forse all'adattamento a temperature estreme cosi come visto in precedenza per i polimorfismi enzimatici (Patarnello *et al.,* 1990).

Bibliografia

PATARNELLO T., BISOL P.M, VAROTTO V., FUSER V., BATTAGLIA B. (1990) - A study of enzyme polymorphism in the Antarctic amphipod *Paramoera walkeri* Stebbing. *Polar Biol.,* 10: 495-498.

DOYLE J.J., DOYLE J.L. (1987) - A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.,* 19: 11-15.

WILLIAMSJ.G.K., KUBELIK A.R., LIVAK K.J., RAFALSKI J.A., TINGEY S.V. (1990) - DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.,* 18: 6531-6535.

BIRD A.P., TAGGART M.H. (1980) - Variable patterns of total DNA and rDNA methylation in animals. *Nucl. Acids Res.,* 8: 1485-1497.

I N D I C I

INDICE GENERALE

Elenco partecipanti XXVII Congresso SIBM III

Tema: *La luce quale fattore ecologico in mare*

Relazioni:

MOREL A. - MODELISATION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE OCEANIQUE DANS UNE PERSPECTIVE BIO-GEOCHIMIQUE 1

VALLERGA S. - ECOLOGIA DELLA VISIONE: L'ADATTAMENTO ALL'AMBIENTE MARINO 2

Comunicazioni:

ALBERIGHI L., FRANCO P., BASTIANINI M., SOCAL G. - PRODUTTIVITÀ PRIMARIA, ABBONDANZA FITOPLANCTONICA E CAMPO DI IRRADIANZA IN DUE STAZIONI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE. CROCIERE MARZO E GIUGNO 1994 17

CASOTTI R., RIBERA D'ALCALÀ M., BOWLER C. - UN APPROCCIO MOLECOLARE ALLO STUDIO DEL FOTOADATTAMENTO DEL FITOPLANCTON. TRASFORMAZIONE GENETICA DI DIATOMEE 24

CERRANO C., BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R. - LIGHT INFLUENCE ON PLANULAE EMISSION AND SETTLEMENT IN *EUDENDRIUM GLOMERATUM* (CNIDARIA, HYDROZOA) 30

CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., RIGGIO S., MERCURIO M. - COMPOSIZIONE TASSONOMICA E DISTRIBUZIONE DELLA FAUNA A PORIFERI E BRIOZOI IN UNA GROTTA SEMISOMMERSA DELLA RISERVA NATURALE MARINA "ISOLA DI USTICA" 34

CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M. - IL MACROBENTHOS ALGALE DI SUPERFICIE E DI PROFONDITÀ DEI MOLI FORANEI DELLA LAGUNA DI VENEZIA 44

DECEMBRINI F., AZZARO F., MAGAZZÙ G. - EFFETTI DEI FATTORI AMBIENTALI SULL'EFFICIENZA FOTOSINTETICA DELLE FRAZIONI FITOPLANCTONICHE IN UN'AREA DI UPWELLING 51

GATTI L. G., GAIANI- V, FANO E. A. - VARIAZIONI STAGIONALI E NICTEMERALI DELLA FAUNA MOBILE NELLA SACCA DI GORO (DELTA DEL PO) 59

MASSI L., BIONDI N., INNAMORATI M., LAZZARA L. - L'ASSORBIMENTO DELLA LUCE DA PARTE DEL FITOPLANCTON E DEL DETRITO 66

PANSINI M. - EFFETTI DELLA LUCE SULLA MORFOLOGIA, DISTRIBUZIONE ED ECOLOGIA DI ALCUNE DEMOSPONGE MEDITERRANEE 74

TORRICELLI L., PEIRANO A. - PRODUZIONE PRIMARIA FOGLIARE DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI MONTEROSSO AL MARE (SP): VARIAZIONI LUNGO UN GRADIENTE BATIMETRICO 81

ZUPO V, NELSON W.G. - INFLUENCE OF LIGHT ON THE SPATIAL DISTRIBUTION AND THE ECOLOGY OF *HIPPOLYTE ZOSTERICOLA* (SMITH) (DECAPODA, NATANTIA) IN THE INDIAN RIVER LAGOON (FLORIDA, USA) 86

Poster:

PETROCELLI A., FELICINI G. P. - EFFETTO DELL'IRRADIANZA SU *ACANTHOPHORA NAJADIFORMIS* 98

UGOLINI A., VIGNALI B., MORABITO F., CASTELLINI C. - CELESTIAL ORIENTATION AND SPECTRAL FILTERING IN SOME SUPRALITTORAL CRUSTACEANS 101

Tema: *Interazioni biotiche e specie cardine nel benthos*

Relazione:

PIRAINO S., FANELLI G. - BIODIVERSITÀ FUNZIONALE, RIDONDANZA E SPECIE CARDINE 104

Comunicazioni:

AIROLDI L., VANNUCCI A., LENZI F., CINELLI F. - INTERAZIONI COMPETITIVE TRA ALGHE INCROSTANTI ED A FELTRO IN UN HABITAT INFRALITORALE ROCCIOSO DEL LITORALE LIVORNESE 115

CECCHERELLI G., BENEDETTI-CECCHI L. - EFFETTO DELLO STRATO FOGLIARE DI *POSIDONIA OCEANICA* SULLA TAGLIA DELLE FRONDE DI *CAULERPA TAXIFOLIA* 122

GIANGRANDE A., MONTANARO P. - RESOURCE PARTITIONING AND HABITAT SELECTION BETWEEN TWO POLYCHAETES FROM THE ACQUATINA LAKE (LECCE, ITALY) 127

MISTRI M., CECCHERELLI V.U. - INTERAZIONI MACROBENTHOS¬MUCILLAGINE: DANNO E RECUPERO DI UNA POPOLAZIONE DI GORGONACEI 133

PATI A.C, GIANGRANDE A., BOERO F., FANELLI G. - BIOTIC INTERACTIONS DURING PRIMARY SETTLEMENT ON ARTIFICIAL SUBSTRATES 140

PREVEDELLI D., CREMA R., ZUNARELLI VANDINI R., BONVICINI PAGLIAI A.M. - RAPPORTI DI COMMENSALISMO NON SPECIFICO NELLA COLONIZZAZIONE DEI LIVELLI PROFONDI DEL SEDIMENTO 147

ZUPO V, LUMARE F., BISIGNANO V. - INFLUENCE OF *PENAEUS JAPONICUS* BATE (DECAPODA, NATANTIA) PREDATION ACTIVITY ON BENTHIC ASSOCIATIONS IN SEMI-EXTENSIVE CULTURE PONDS 156

Poster:

CHEMELLO R., DI PIAZZA F., DIELI T., RIGGIO S. - STRUTTURA DELLA MALACOCENOSI ASSOCIATA AD ALGHE FOTOFILE: EFFETTI DELLA PROFONDITÀ E DELLA COMPLESSITÀ D'HABITAT 167

PRANOVI F., CURIEL D., RISMONDO A., MARZOCCHI M. - DISTRIBUZIONE DI UNA PRATERIA A FANEROGAME IN RELAZIONE ALLA PRESENZA DI *UPOGEBIA PUSILLA* (CRUSTACEA, DECAPODA) IN LAGUNA DI VENEZIA 169

Tema: ***Il reclutamento delle popolazioni ittiche pescabili***

Comunicazioni:

ABÈLLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA R, SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. - RECLUTAMENTO DI FORME GIOVANILI NELLA FASCIA COSTIERA TOSCANA 172

AMBROGI R., FONTANA P., SALA I. - RECLUTAMENTO DI *CHAMELEA GALLINA* (L.) IN UN'AREA ANTISTANTE IL DELTA DEL PO IN RELAZIONE AL MACROBENTHOS 182

BELLO G., CASAVOLA N. - LA RELAZIONE FRA FECONDITÀ DEL LOTTO E PESO CORPOREO NELLE FEMMINE DI ALICE, *ENGRAULIS ENCRASICOLUS,* DELL'ADRIATICO MERIDIONALE 188

BIAGI R, GAMBACCINI S., ZAZZETTA M. - INSEDIAMENTO E MICROHABITAT DI SPECIE ITTICHE NELLA FASCIA COSTIERA TOSCANA 195

CASAVOLA N. - "DAILY FECUNDITY" DELLA POPOLAZIONE DI ACCIUGA NELLE ACQUE ADRIATICHE PUGLIESI 204

CEFALI A., POTOSCHI A., BRUNO R., CAVALLARO G., MANGANARO A., COSTA F. - ANALISI QUALI-QUANTITATIVA DEL NOVELLAME DI POPOLAZIONI ITTICHE LUNGO LA COSTA TIRRENICA SICILIANA ED OSSERVAZIONI SUL PERIODO RIPRODUTTIVO DI ALCUNE SPECIE.. 211

CORSI R, ARDIZZONE G.D. - INDIVIDUAZIONE STATISTICA DI AREE DI CONCENTRAZIONE DI STADI GIOVANILI DI SPECIE ITTICHE.. 217

PETRILLO M., MARRALE D., MARTORANO D., DELLA CROCE N. - ITTIOPLANCTON E VERSAMENTO DI GREGGIO IN ACQUE TOSCO-LIGURI 223

DE METRIO G., POTOSCHI A., SION L., CACUCCI M., STURIALE P. - EFFETTI DELLA PESCA ALL'ALALUNGA *(THUNNUS ALALUNGA* BONN.), CON LONGLINE SUL RECLUTAMENTO DEL PESCE SPADA *(XIPHIAS GLADIUS* L.) E DEL TONNO ROSSO *(THUNNUS THYNNUS* L.) 228

DE RANIERI S., BELCARI P., BERTOLINI D., BIAGI F., CHIERICONI V., COGNETTI A.G., MORI M., NANNINI N., REALE B., ROCCA V., SARTOR P., SBRANA M. - RECLUTAMENTO DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DEMERSALI NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE 237

D'ONGHIA G., MATARRESE A., MAIORANO P., PANZA M. - RECRUITMENT PATTERN OF *ARISTEUS ANTENNATUS* (RISSO, 1816) (DECAPODA: ARISTIDAE) FROM THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA 244

MURA M., ORRÙ F., CAU A. - OSSERVAZIONI SULL'ACCRESCIMENTO DI INDIVIDUI IN FASE PRE-RIPRODUTTIVA DI *ARISTEUS ANTENNATUS* E *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* 254
ORSI RELINI L., ZAMBONI A., FIORENTINO E, RELINI G. - VULNERABILITÀ LUCE-DIPENDENTE DEL NASELLO *(MERLUCCIUS MERLUCCIUS)* GIOVANILE 262
RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. - RECLUTAMENTO DI SPECIE ITTICHE SU ALCUNE BARRIERE ARTIFICIALI DELLA LIGURIA 269
SANTANGELO G., BONGIORNI L., BUFFONI G. - CONTROLLO DEL RECLUTAMENTO IN UNA POPOLAZIONE DI CORALLO ROSSO *(CORALLIUM RUBRUM* L., 1758) 277
TUNESI L., MARIANI L., MORI M. - INSEDIAMENTO DI STADI GIOVANILI DI SPECIE ITTICHE NELLE ACQUE COSTIERE DEL GOLFO TIGULLIO (MAR LIGURE) 282
D'ONGHIA G., TURSI A., BASANISI M., MASTROTOTARO F. - COMMERCIAL TRAWLING, DISCARDS AND RECRUITMENT FROM A FISHERY OF THE NORTH-WESTERN IONIAN SEA 291

Poster:

FRANCESCHINI G., MCFADZEN I. R. B., CONWAY D.V P. - DATI PRELIMINARI SULLE CONDIZIONI NUTRIZIONALI DELLE LARVE DI ACCIUGA *(ENGRAULIS ENCRASICOLUS* L.) NELLE ACQUE PROSPICIENTI IL DELTA DEL PO (CAMPAGNA "A. L. I. C. E. '95") 298
GIOVANARDI O., COOMBS S.H., MANZUETO L., CONWAY D. V R, HALLIDAY N. C., BARRETT C. D. - DISTRIBUZIONE VERTICALE ED ORIZZONTALE DI UOVA E LARVE DI ACCIUGA *(ENGRAULIS ENCRASICOLUS),* DEL MICROZOOPLANCTON E DEL PARTICELLATO NELLE ACQUE PROSPICIENTI IL DELTA DEL PO (CAMPAGNA "A. L. I. C. E. '95" CRUISE) 301

Comitato Acquacoltura

Poster:

BARBARO A., LIBERTINI A., FRANCESCON A., MENEGHETTI F., BOZZATO G. - UTILIZZAZIONE DI SPERMA ETEROLOGO PER LA GINOGENESI IN ORATA *(SPARUS AURATA* L.) E BRANZINO *(DICENTRARCHUS LABRAX* L.) 303
BIANCHINI M.L., NAPOLITANO L., PALMEGIANO G.B., RAGONESE S., SICURO B. - OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA COMPOSIZIONE DELLE CARNI IN MAGNOSA, *SCYLLARIDES LATUS* (CRUSTACEA DECAPODA) 306
CAMPIONI D., MICCIARELLI SBRENNA A., BOLOGNANI FANTIN A., SBRENNA G. - LOCALIZZAZIONE DI NEURONI SEROTONINERGICI NEL SISTEMA NERVOSO DI *TAPES PHILIPPINARUM* (BIVALVIA: VENEROIDA) 309

CARPENÈ E., ISANI G., MANERA M., SERRA R., CATTANI O. - EFFETTI DI ELEMENTI TRACCIA (FE, ZN, CU) IN ESEMPLARI DI ORATA *(SPARUS AURATA* L.) ALIMENTATI CON DIETE SPERIMENTALI 312
CATTANI O., CORTESI P., CARPENÈ E., VITALI G., ISANI G. - EFFETTI DEL DIGIUNO E DELLA RIALIMENTAZIONE SUI LIVELLI DI GLICOGENO, LIPIDI E PROTEINE IN TESSUTI DI *SPARUS AURATA* L. 315
CURATOLO A., GUNNELLA R, SANTULLI A., D'AMELIO V. - INDUZIONE DELLA TRIPLODIA IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L. 318
DI CAVE D., KENNEDY C.R., D'AMELIO S., BERRILLI R, ORECCHIA P- STRUTTURA DELLA COMUNITÀ DEI METAZOI PARASSITI DI *LIZA RAMADA* (RISSO, 1826) NEL LAGO DI BURANO 321
MEROLA D., COZZOLINO G., RASO E., ABRESCIA P, CIARCIA G. - STRESS OSSIDATIVO E CONSUMO DI VITAMINA E IN *DICENTRARCHUS LABRAX* L. 324
MICALE V., MARICCHIOLO G., GENOVESE L. - STIMOLAZIONE ORMONALE E MATURITÀ INDOTTA IN *SERIOLA DUMERILI* (RISSO, 1810) 327
MICALE V, PATTI R - ACCRESCIMENTO ED EFFICIENZA DI CONVERSIONE IN *PAGELLUS BOGARAVEO* SOTTOPOSTO A DIFFERENTI REGIMI FOTOPERIODICI 330
MORDENTI O., KENTOURI M., RONCARATI A., MELOTTI P. - STATO SESSUALE DEL SARAGO PIZZUTO *(PUNTAZZO PUNTAZZO* GM.) IN CONDIZIONI DI ALLEVAMENTO E PROSPETTIVE DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE 332
PAESANTI R, PIVA R, PRIOLI G., MAFFEI M. - REPERIMENTO DI NOVELLAME SELVATICO MEDIANTE SISTEMI DI RECLUTAMENTO DI LARVE DI MOLLUSCHI BIVALVI DI INTERESSE COMMERCIALE 335
PELOSI S., D'ADAMO R., FRANCHI M., VILLANI P. - STIME MORFOLOGICHE SU SPIGOLE *(DICENTRARCHUS LABRAX* L.) ALLEVATE IN DUE DIFFERENTI CONTESTI GESTIONALI 339
PRETTI C., MONNI G., ROSSOMANNO S., COGNETTI-VARRIALE A. M. - ANDAMENTO DELLA MICROFLORA INTESTINALE IN SPIGOLE *(DICENTRARCHUS LABRAX,* L.) ALIMENTATE E A DIGIUNO 341
RATTO A., D'ADAMO R., PELOSI S., MARTELLO A., BARBIERI V, PERRUCCI G. - PROVE DI ATTIVAZIONE DEGLI SPERMATOZOI DI ORATA *(SPARUS AURATA)* IN IPOSALINITÀ 343
TRIGARI G., PIRINI M., VENTRELLA V, TROMBETTI R, PAGLIARANI A. - ACIDI GRASSI DEL MUSCOLO DI ORATE SELVATICHE E DI ALLEVAMENTO 346

Comitato Benthos

Poster:

ACUNTO S., MALTAGLIATI R, RINDI R, ROSSI F. - OSSERVAZIONI FLORISTICHE SUI POPOLAMENTI BENTONICI DELLA BAIA DI LEVANTE DELL'ISOLA DI VULCANO (ISOLE EOLIE) 348

ACUNTO S., RINDI F. - VARIABILITÀ SPAZIALE DI POPOLAMENTI FITOBENTONICI IN RELAZIONE AD ATTIVITÀ IDROTERMALI NELLA BAIA DI LEVANTE DELL'ISOLA DI VULCANO (ISOLE EOLIE): STUDIO PRELIMINARE 351
BEDINI R., CANALI M.G., BALDI C. - MIMETISMO CRIPTICO NEI CROSTACEI DELLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE 353
BEDINI R., CANALI M.G., BALDI C. - PROVE DI GERMINAZIONE E COLTIVAZIONE DI SEMI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE IN LABORATORIO 356
CASELLATO S., CONTI G., PETRIS A., SANTAGIULIANA B. - DISTRIBUZIONE DEI CROSTACEI NEL BACINO MERIDIONALE DELLA LAGUNA DI VENEZIA 359
CHESSA L.A., SCARDI M., VITALE L., PAIS A. - CICLO NICTEMERALE DI ESPANSIONE E CONTRAZIONE DI POLIPI DI *CORALLIUM RUBRUM* (L.) IN ACQUARIO 364
CICCIARI A., CHEMELLO R., GIANGUZZA P., RIGGIO S., SCONFIETTI R. - STRUTTURA DEL POPOLAMENTO BENTONICO A CROSTACEI PERACARIDI DELLA VASCA DI FREDDA DI UNA SALINA MARSALESE 367
DE BIASI A.M., ALIANI S. BENTHIC COMMUNITY ANALYSIS AT DIFFERENT TAXONOMIC LEVELS: THE MAGRA ESTUARY (LIGURIAN SEA, WESTERN MEDITERRANEAN 369
DE BIASI A.M., ALIANI S., PULCINI M., VIRNO LAMBERTI C. - FONDI AD ANFIOSSO NELLA BAIA DI CARINI (SICILIA SETTENTRIONALE). 372
DINACCI N., RISPOLI S., MARTINO D., SANSONE G. - INDUZIONE DI HSP6O (HEAT STOCK PROTEINS) IN *MYTILS GALLOPROVINCIALIS* IN CONDIZIONI DI STRESS AMBIENTALE 374
DINARDO C., GAMBARDELLA C., GUARINO S.M., DE NICOLA M. - NOTE SULLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DI UNA POPOLAZIONE DI *GAMMARUS INSENSIBILIS* STOCK DELLA LAGUNA DI LESINA 377
GAMBI M.C., JERACE S.- EPIBIOSIS ON THE TUBES OF THE POLYCHAETE *DITRUPA ARIETINA* (SERPULIDAE) IN SOME POPULATIONS OF THE SOFT BOTTOMS OFF THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA 380
GAMBI M.C., LORENTI M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P. - BORERS IN *POSIDONIA OCEANICA* SCALES: TAXONOMICAL COMPOSITION AND OCCURRENCE 384
GIACCONE G., DI MARTINO V. - VEGETAZIONE MARINA RELITTA IN MEDITERRANEO 388
GIACOBBE S., LEONARDI M., JERACE S. - TANATOCENOSI A *TURRITELLA* COMMUNIS E VARIAZIONI DEI FATTORI EDAFICI IN TRE AREE COSTIERE DELL'ITALIA MERIDIONALE 393
GIANGUZZA P., CHEMELLO R., CICCIARI A., RIGGIO S. - STRUTTURA DEL POPOLAMENTO A MOLLUSCHI DELLA VASCA DI FREDDA DI UNA SALINA MARSALESE 396
GORIUP E, ALEFFI E, OREL G. - ANALISI BIOMETRICHE DI *CORBULA*

GIBBA (BIVALVIA, CORBULIDAE) NELLA BAIA DI MUGGIA, AREA PORTUALE DEL GOLFO DI TRIESTE 399
LIPPI BONCAMBI F., NICOLETTI L., CHIMENZ C. - QUANTE SPECIE DI *HIPPOPODINELLA* BARROSO 1924 (BRYOZOA, CHEILOSTOMIDA) ESISTONO NEL MEDITERRANEO? 401
LORENZINI G., ORLANDO E. - OSSERVAZIONI SUL COMPORTAMENTO ALIMENTARE DI *HEXAPLEX TRUNCULUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, MURICIDAE) 405
MERCURIO M., CORRIERO G., SCALERA LIACI L. - SULLA FORMA NON SESSILE DI *GEODIA CYDONIUM* JAMESON IN UN AMBIENTE SUPERFICIALE 407
MISTRI M. - CARATTERISTICHE MECCANICHE DI *PARAMURICEA CLAVATA* (CNIDARIA, OCTOCORALLIA): CONTENUTO IN CA E MG DEL MESO E DELL'ENDOSCHELETRO 410
PANETTA P., MATARRESE A., MAIORANO P. - DISTRIBUZIONE DEI MOLLUSCHI NEI LAGHI ALIMINI 413
PERDICARO R., CIGNINI I., MULAS G.A. - CONTENUTI DI ALCUNI METALLI PESANTI IN *PECTEN JACOBAEUS* L. (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN DIVERSE AREE DELL'ALTO ADRIATICO 417
PERNICE M.R., GAMBARDELLA C., GUARINO S.M., DE NICOLA M. - ESPERIMENTI DI COLONIZZAZIONE DI MACROFAUNA SU DIFFERENTI SUBSTRATI VEGETALI NELLA LAGUNA DI LESINA 420
BACCARANI E.M. PESSANI D. - PRESENZA DI CILIATI SUL PAGURO *CLIBANARIUS ERYTHROPUS* 423
PIAZZI L., ACUNTO S., MAGRI M., RINDI E, BALESTRI E. - OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULL'ESPANSIONE DI *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKAEL) J. AGARDH SULLE SECCHE DELLA MELORIA (LIVORNO, ITALIA) 426
PIAZZI L., BALESTRI E. - OSSERVAZIONI SULLA FIORITURA E FRUTTIFICAZIONE DI TRAPIANTI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE 429
POLENTA R., FROGLIA C. - OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUI TREMATODI DIGENEI PARASSITI DI VONGOLE LONGONE *(PAPHIA AUREA)* IN ADRIATICO 431
PRANOVI E, CURIEL EL, RISMONDO A., MARZOCCHI M. - RUOLO DELLE FANEROGAME MARINE COME SPECIE STRUTTURANTI NELL'ECOSISTEMA LAGUNARE VENEZIANO 433
PROCACCINI G. - MICROSATELLITE DNA POLYMORPHISM IN *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE 436
RINELLI R, SPANÒ N. - DISTRIBUZIONE DI CROSTACEI DECAPODI ED ECHINODERMI DI AMBIENTI DETRITICI INSULARI 440
RIZZELLO R., CORRIERO G., SCALERA LIACI L., PRONZATO R. - ESTINZIONE E RICOLONIZZAZIONE DI *SPONGIA OFFICINALIS* NELLO STAGNONE DI MARSALA 443
ROSSI E, RIZZI L., LARDICCI C. - STRUTTURA DELLE COMUNITÀ

BENTONICHE DI FONDO MOLLE DELLA LAGUNA DI ORBETELLO DOPO ESTESE CRISI DISTROFICHE 445
ROSSI G., GATTI L. G., GAIANI V, FANO E. A. - IMPORTANZA DELL' ARCHITETTURA MACRO ALGALE NELLE RELAZIONI PREDA-PREDATORE IN AMBIENTE LAGUNARE 449
TOMASSETTI P., TOSTI M., DE SANTIS A. - DISTRIBUZIONE DI *CORBULA GIBBA* (OLIVI) (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN DUE ZONE DELL'ALTO ADRIATICO IN RELAZIONE CON ALCUNI PARAMETRI FISICO-CHIMICI 452
VACCHI M., LA MESA G., LA MESA M. - STUDIO PRELIMINARE SULL'ACCRESCIMENTO DEL TARTUFO DI MARE *VENUS VERRUCOSA* NEL MAR LIGURE 456
VOLIANI A., AUTERI R., BAINO R., SILVESTRI R. - INSEDIAMENTO NEL SUBSTRATO ED ACCRESCIMENTO DI *DONAX TRUNCULUS* L. SUL LITORALE TOSCANO 458
ZANETTI S., DERIU A., MONTINARO B., CHESSA L.A., SERRA S., SECHI L., FADDA G. - ASPETTI RELATIVI ALLA FLORA MICROBICA DELLO STRATO FOGLIARE IN PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DELLA SARDEGNA SETTENTRIONALE 461

Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera

Poster:

BAROLI M., BOMBELLI V, LENZI M., PIERGALLINI G. - RICERCHE ECOLOGICHE NELLA LAGUNA DI S'ENA ARRUBIA (SARDEGNA OCCIDENTALE). VARIAZIONI STAGIONALI DELLA COMPOSIZIONE DELLE PRINCIPALI ASSOCIAZIONI VEGETALI E DELLA BIOMASSA DELLE SPECIE DOMINANTI 463
BIAGI E, GAMBACCINI S., ZAZZETTA M. - POPOLAMENTO ITTICO DI UN'AREA PROTETTA ALL'ISOLA D'ELBA 466
BONDAVALLI C., NALDI M., ROSSETTI G., GIORDANI G., BAROLI M., BOCCINI V, GUERZONI S. - STATO TROFICO DELLA LAGUNA SARDA DI S'ENA ARRUBIA 469
CANCEMI G., PASQUALINI V, PIERGALLINI G., BAROLI M., DE FALCO G., PERGENT-MARTIN C. - INDAGINE CARTOGRAFICA SULLA PRATERIA A *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI CAPO S. MARCO (GOLFO DI ORISTANO), MEDIANTE ELABORAZIONE DI IMMAGINI FOTOAEREE 472
CHESSA L.A., PAIS A., CUDONI S. - TRANSPLANTATION TECHNIQUES OF RED CORAL *CORALLIUM RUBRUM* (L.) 475
CONGIU L., BERTELLI G., COLOMBO G. - DIFFERENZE GENETICHE TRA POPOLAZIONI DI *ATHERINA BOYERI,* RISSO 1810, (PISCES, ATHERINIDAE) DELLE LAGUNE COSTIERE ITALIANE, RILEVATE CON LA TECNICA DEL RAPD (RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA) 478

COSSU A., GAZALE V. - CARATTERIZZAZIONE DEL BENTHOS PER LA DEFINIZIONE DEL PARCO INTERNAZIONALE DELLE BOCCHE DI BONIFACIO 481
ORRÙ A., CALARESU G., CHESSA G., DEL CARO A., MOSCA S., CASTIGLIA I. - DISTRIBUZIONE IN UN ECOSISTEMA LAGUNARE DI RESIDUI DI DISERBANTI UTILIZZATI NELLA COLTIVAZIONE DEL RISO 483
ORRÙ A., CALARESU G., CHESSA G., TESTA C., MOSCA S., SECHI F. - RILIEVI BIOMETRICI E RESIDUI DI MERCURIO NELLA POPOLAZIONE DI CORMORANO *(PHALACROCORAX CARBO SINENSIS)* (BLUMENBACH, 1798) SVERNANTE IN SARDEGNA NELL'ANNO 1995 486
PELLEGRINI D., GIULIANI S., ONORATI f., BIGONGIARI N., DE RANIERI S., MESCHINI p. - IMPIEGO DI DUE SAGGI BIOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA TOSSICITÀ DI SEDIMENTI DEL PORTO DI PIOMBINO 490
RINALDI A., FERRARI C.R., MONTANARI G., GHETTI A. - EFFETTI DI UNA PIENA ECCEZIONALE DEL PO SULLO STATO DELLE ACQUE DELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE 493
TERLIZZI A., SCUDERI D., FAIMALI M., MINGANTI V, GERACI S. - IMPOSEX IN *HEXAPLEX TRUNCULUS* E *STRAMONITA HAEMASTOMA* (GASTROPODA, MURICIDAE): PRIME SEGNALAZIONI PER LE ACQUE COSTIERE ITALIANE 496
DE BIASI A.M., TORRICELLI L., ALIANI S. - OSSERVAZIONI SULLA PRATERIA DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE DI PORTOVENERE (MAR LIGURE ORIENTALE) 500
ZACCONE R., CARUSO G., CALI C., SCARFÒ R. - GRUPPI FISIOLOGICI DI BATTERI ETEROTROFI NEI SEDIMENTI SUPERFICIALI DELLA BAIA DI PALMI 502
ZAZZETTA M. - VALUTAZIONI VISIVE SUBACQUEE IN SNORKELING: LA SCELTA DELLA TECNICA DI RILEVAMENTO 505

Comitato Necton e Pesca

Poster:

ARCULEO M., LO BRUTTO S., CAMMARATA M., MAZZOLA A., PARRINELLO N. - VARIABILITÀ GENETICA DI *SERIOLA DUMERILI* ATTRAVERSO DATI ELETTROFORETICI 508
CASAVOLA N., DE RUGGIERI P., RIZZI E., LO CAPUTO S. - FECONDITÀ GIORNALIERA DI *SARDINA PILCHARDUS* (WALB.) NEL BASSO ADRIATICO 510
CATALANO E., GIANGUZZA R, ZAVA B. - SULLA PRESENZA DI *PETROMYZON MARINUS* LINNAEUS, 1758 IN ACQUE SICILIANE (CYCLOSTOMATA, PETROMYZONIDAE) 513
DE METRIO G., CACUCCI M., SION L., ACONE F., SANNA L., PALMIERI G. - RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MARCATURA ALL'ALALUNGA *(THUNNUS ALALUNGA,* BONN.) CONDOTTE NELLO IONIO SETTEN-

TRIONALE E NELL'ADRIATICO MERIDIONALE NEL PERIODO 1990 - 1995 515
DE METRIO G., SANTAMARIA N., CORRIERO A., LABATE M., DESANTIS S., ACONE E, SANNA L., PALMIERI G. - STUDIO ISTOLOGICO PRELIMINARE SUGLI OVARI DI UN PESCE SPADA GIOVANE 518
FRANZOI P., DI FILIPPO C., BRUNO M.C., ROSSI R. - RITMO NICTEMERALE DI ALIMENTAZIONE DI *SYNGNATHUS TAENIOTUS* E *S. ABASTER* (OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE) IN UNA LAGUNA DEL DELTA DEL PO 521
GIORDANO D., SPALLETTA B., PERDICHIZZI F., GRECO S. - DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DI *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (L., 1758) NEL TIRRENO MERIDIONALE 525
GIOVANARDI O., PRANOVI R, DE GIROLAMO M. - UN MODELLO DI PESCA ARTIGIANALE MULTI-ATTREZZO NELLA MARINERIA DI CHIOGGIA (ALTO ADRIATICO) 528
LA ROSA T., LOPIANO L., SARÀ G., MAZZOLA A. - OSSERVAZIONI SULLA DIETA DI FORME GIOVANILI DI *MULLUS SURMULETUS* (LINNEO, 1758) NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA OCCIDENTALE).. 530
PALLADINO S., MECOZZI. M. - CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI PARAMETRI MORFOMETRICI DI *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) MEDIANTE TECNICHE DI ANALISI STATICA MULTIVARIATA 533
VACCARELLA R., PASTORELLI A. M., PAPARELLA R, MARANO G. - DISTRIBUZIONE E CONSISTENZA DI *ACANTHOCARDIA TUBERCULATA* (L.) NEI COMPARTIMENTI MARITTIMI DI TERMOLI, MANFREDONIA E MOLFETTA 536
PIPITONE C., BADALAMENTI R, D'ANNA G. - CATTURE DIURNE E NOTTURNE DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DI PLATEA NEL GOLFO DI CASTELLAMARE (SICILIA NORD OCCIDENTALE) 538
PIPITONE C., BADALAMENTI R, D'ANNA G. - CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL' ITTIOFAUNA DI PLATEA DEL GOLFO DI CASTELLAMARE (SICILIA NORD-OCCIDENTALE) 541
PRATO R, GUERCIO A., BARBARA R., CORRAO A., LORIA G.R., ZAVA B., DI BELLA C. - OSSERVAZIONI SULLE PATOLOGIE DEI CETACEI SPIAGGIATI IN SICILIA NEL TRIENNIO 1993-95 548
RAGONESE S., JEREB R, MORARA U. - SU DI UN ESEMPLARE DI PESCE LIOCORNO *LOPHOTUS LACEPEDEI* (LAMPRIDIFORMES - LOPHOTIDAE) SPIAGGIATO A MAZARA DEL VALLO (SICILIA SUD OCCIDENTALE) 551
ROMANELLI M., PALLADINO S., TARULLI E., FERRETTI M. - STIMA DELL'ACCRESCIMENTO DI *HELICOLENUS D. DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) IN ADRIATICO MERIDIONALE TRAMITE ESAME DELLE *SAGITTAE* DI ESEMPLARI PRELEVATI CON RETI A STRASCICO E PALANGARI DI FONDO 554
ROSITANI L., UNGARO N., VENEZIANI R. - DATI PRELIMINARI PER LO STUDIO DELLA DETERMINAZIONE DELL'ETÀ DI *STENELLA*

COERULEOALBA (MEYEN, 1883) NELL' ADRIATICO MERIDIONALE 557
NANNINI N., SBRANA M., DE RANIERI S. - ASPETTI DI BIOLOGIA DI *TRACHURUS TRACHURUS* (LINNAEUS, 1758) E *TRACHURUS MEDITERRANEUS* (STEINDACHNER, 1868) NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE 561
SCILIPOTI D., FRANZOI P., NARDO R., MAZZOLA A. - PRIMI DATI SULL' ALIMENTAZIONE DI *APHANIUS FASCIATUS* (NARDO, 1827), NELLO STAGNONE DI MARSALA 564
UNGARO N., MARANO G., MUSCI E. - ASPETTI RELATIVI ALLA RIPRODUZIONE DI SELACI DEMERSALI NEL BACINO ADRIATICO SUD-OCCIDENTALE 567
ZACCHI G. - ANALISI DELLE SERIE STORICHE 1980-86 E 1987-93 DELLA PRODUZIONE E DEI PREZZI MINIMI MENSILI DI TRIGLIE RILEVATI NEL MERCATO ITTICO DI CHIOGGIA 571

Comitato Plancton

Poster:

CABRINI M., SALVI C., COK S. - RAPPORTI TRA LE CONDIZIONI AMBIENTALI E IL PARTICELLATO NEL GOLFO DI TRIESTE 577
CARTEI R, INNAMORATI M. - VARIAZIONI DELLE CONDIZIONI TROFICHE NELLA LAGUNA DI ORBETELLO 579
CASTELLI A., SECCI G., SERRA G., CADALANU R., MARTELLI M. - I POLICHETI PLANCTONICI DEI MARI CIRCOSTANTI LA SARDEGNA 583
CATTANI O., MONARI M., VITALI G., GHETTI A., MONTANARI G., RINALDI A., PAGNUCCO C, CORNI M.G. - VARIAZIONI DELLA BIOMASSA E DELLA COMPOSIZIONE BIOCHIMICA DEL MESOZOOPLANCTON DI UN'AREA COSTIERA DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE 586
DE RUGGIERI R, VLORA A., PASTORELLI A.M., MARANO G. - *THUNNUS ALALUNGA* (OSTEICHTHYES, SCOMBRIDAE): RITROVAMENTO DI LARVE NELL'ADRIATICO MERIDIONALE 591
MIGLIETTA A., BELMONTE G., HASANI L. - STADI DI RESISTENZA DI ORGANISMI PLANCTONICI PRESENTI NEI SEDIMENTI DEL LAGO COSTIERO DI BUTRINTO (ALBANIA MERIDIONALE) 594
MINGAZZINI M., ONORATO L. - INFLUENZA DI FATTORI FISICI E BIOLOGICI SULLA PRODUZIONE DI SOSTANZA ORGANICA EXTRACELLULARE FITOPLANCTONICA 597
MINGAZZINI M., ONORATO L., FERRARI C.R. - DETERMINAZIONE DELLA PRODUZIONE DI SOSTANZA ORGANICA EXTRACELLULARE IN ACQUE MARINE COSTIERE 601
PAGNUCCO C, PANE L., SERRAZANETTI G.P., CARLI A. - COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI DELLO ZOOPLANCTON DI BAIA TERRANOVA (MARE DI ROSS - ANTARTIDE) 605
RIZZI E. - I TINTINNIDI NELL'ADRIATICO MERIDIONALE: PRIME OSSERVAZIONI 609

RUBINO F., BELMONTE G., TODARO M., BOERO F. - CISTI DI PROTISTI NEI SEDIMENTI DEL GOLFO DI TARANTO 612
SBRILLI G., CRUSCANTI M., BEDINI R. - LA COMPONENTE LUMINESCENTE DEL BATTERIOPLANCTON: VARIAZIONI STAGIONALI DELLE SPECIE E DELLA DENSITÀ NELL'ALTO TIRRENO 615

Sezione Vari

Comunicazione:

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R. - REALIZZAZIONE DI UNA "ZONA DI TUTELA BIOLOGICA" NELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE 619

Poster:

CANEPA E., FRASCHETTI S., GERACI S., LICCIANO M., MANGANELLI M., ALBERTELLI G., RIALDI G. - MICROCALORIMETRIA DI ALCUNI INVERTEBRATI: CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DELLA LORO ATTIVITÀ METABOLICA DURANTE I DIVERSI STADI DI SVILUPPO 626
CAVALLO R.A., ACQUAVIVA M.I., RIZZI C, STABILI L. - CORRELAZIONE TRA DISTRIBUZIONE E SOPRAVVIVENZA DI BATTERI LUMINOSI NELLE ACQUE E NEI SEDIMENTI DEL GOLFO DI TARANTO.... 629
DA ROS L., MARIN M.G., FOSSATO V.U., CAMPESAN G. - SEDIMENTI LAGUNARI: PROVE DI TOSSICITÀ SU EMBRIONI DI RICCIO DI MARE, *PARACENTROTUS LIVIDUS* 632
DE BENEDICTIS A., GAMBARDELLA C. - EFFETTI DEL FERRO SU DUE SPECIE DI CROSTACEI MARINI 637
DEIANA A.M., BIANCHINI M.L., COLUCCIA E., MILIA A., CANNAS R., SERRA D., SALVADORI S. - DATI PRELIMINARI SULLA CARIOLOGIA DELLA MAGNOSA (*SCYLLARIDES LATUS*, CRUSTACEA, DECAPODA) 640
FAIMALI M., ROMAIRONE V., TERLIZZI A., SCUDERI D., GERACI S. - FOTOTATTISMO LARVALE IN *BALANUS AMPHITRITE* E *ARTEMIA SALINA:* POSSIBILI IMPIEGHI IN TEST ECOTOSSICOLOGICI PER ANTIVEGETATIVE 643
MALTAGLIATI F. - ISOENZIMI DELLA LATTATO DEIDROGENASI IN *APHANIUS FASCIATUS* (ATHERINIFORMES: CYPRINODONTIDAE) 646
MARCHI A., CAULI G., CAU A. - BIOCHEMICAL GENETICS OF ARISTEIDS. II. GENETIC STRUCTURE AND VARIATION OF THE RED SHRIMPS, *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* (CRUSTACEA, DECAPODA) 649
MICARELLI P., DEVAUCHELLE N. - OSSERVAZIONI SULLA RESPIRAZIONE DEGLI SPERMATOZOI DI *CRASSOSTREA GIGAS* IN PRESENZA DI LAS, EDTA, COPROSTANOLO E CAFFEINA RISCONTRATE NEI REFLUI DELLE STAZIONI DI DEPURAZIONE URBANA 654
NASCI C, FOSSATO V.U., PETERS L.D., CAMPESAN G. - SEDIMENTI LAGUNARI: PROVE DI TOSSICITÀ SU LARVE DI PESCE, *SPARUS AURATA* 656

NIGRO M., LEONZIO C. - ACCUMULO INTRACELLULARE DEL MERCURIO IN MAMMIFERI ED UCCELLI MARINI 658
STORELLI M.M., CECI E., MARCOTRIGIANO G. - ACCUMULO DI MERCURIO, SELENIO E METILMERCURIO IN ALCUNI TESSUTI DI *STENELLA COERULEOALBA* (MEYEN, 1833) SPIAGGIATI LUNGO LE COSTE DELLA PUGLIA 660
PAGGI L., MATTIUCCI S., WEBB S., NASCETTI G., BULLINI L. - SU UNA SPECIE DEL GENERE *ANISAKIS* (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASSITA DI *ZIPHIUS CAVIROSTRIS* DEL MEDITERRANEO E DI *MESOPLODON LAYARDII* DELL'ATLANTICO SUD-ORIENTALE 662
NASCETTI G., MATTEUCCI S., PAGGI L., BULLINI L. - STUDI GENETICI ED ECOLOGICI SU FORME LARVALI DEL GENERE *CONTRACAECUM* (NEMATODA: ANISAKIDAE), PARASSITE DI PESCI DEL MARE DI ROSS (ANTARTIDE) 664
MALATESTA T., FRATI R., AGRIMI U., CERIONI S., PULCINI M., DI GUARDO G. - *OGMOGASTER ANTARCTICUS* JOHNSTON, 1931 (DIGENEA: NOTOCOTYLIDAE) IN *BALAENOPTERA PHYSALUS* (LINNAEUS, 1758): PRIMA SEGNALAZIONE PER IL BACINO DEL MEDITERRANEO 666
PANNACCIULLI F.G., BISHOP J.D.D., HAWKINS S.J. - CHANGE OF THE FIXATION INDEX F_{IS} WITH PROGRESSIVE POOLING OF SAMPLES REVEALS ATLANTIC-MEDITERRANEAN GENETIC DIFFERENTIATION IN TWO SPECIES OF LITTORAL BARNACLE 668
RAMELLI M., SASSONE V, SANSONE G. - INFLUENZA DELLO STRESS ALIMENTARE SUL BIOACCUMULO DI PAHS IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* 673
RIZZI C, STABILI L., CAVALLO R.A., ACQUAVIVA M.I. - I BATTERI LUMINOSI IN ORGANISMI BENTONICI DEL GOLFO DI TARANTO 675
ROSELLI A., NICOLOSI P., MANCUSI C, NIGRO M. - STUDIO OSTEOMETRICO DELLO SCHELETRO DI *BALAENOPTERA PHYSALUS* (L.) RECUPERATO DAL MUSEO DI LIVORNO ED ANALISI FUNZIONALE DEL RACHIDE 678
DI CRISCIO R., SINISCALCO GIGLIANO G., GAUDIO L., COZZOLINO S., GUARINO S. - ANALISI DEL CONTENUTO IN BASI AZOTATE DEL DNA DI *PARAMOERA WALKERI* (STEBBING) ED ANALISI PRELIMINARE DELLA VARIABILITÀ GENETICA 681

Indice Generale 683
Indice per Autori 699

INDICE per AUTORI

A

ABELLA A. 172
ABRESCIA P. 324
ACONE F. 515 - 518
ACQUAVIVA M.I. 629 - 675
ACUNTO S. 348 - 351 - 426
AGRIMI U. 666
AIROLDI L. 115
ALBERIGHI L. 17
ALBERTELLI G. 626
ALEFFI F. 399
ALIANI S. 372 - 369 - 500
AMBROGI R. 182
ARCULEO M. 508
ARDIZZONE G.D. 217
AUTERI R. 172 - 458
AZZARO F. 51

B

BACCARANI E.M. 423
BADALAMENTI F. 538 - 541
BAINO R. 172 - 458
BALDI C. 353 - 356
BALESTRI E. 426 - 429
BARBARA R. 549
BARBARO A. 303
BARBIERI V. 343
BAROLI M. 463 - 469 - 472
BARRETT C. D. 301
BASANISI M. 291
BASTIANINI M. 17
BAVESTRELLO G. 30
BEDINI R. 353 - 356 - 615
BELCARI P. 237
BELLEMO G. 44
BELLO G. 188
BELMONTE G. 594 - 612
BENEDETTI-CECCHI L. 122
BERRILLI F. 321
BERTELLI G. 478
BERTOLINI D. 237
BIAGI F. 195 - 237 - 466
BIANCHINI M.L. 306 - 640
BIGONGIARI N. 490
BIONDI N. 66
BISHOP J.D.D. 668
BISIGNANO V. 156
BOCCINI V. 469
BOERO F. 140 - 612
BOLOGNANI FANTIN A. 309
BOMBELLI V. 463
BONDAVALLI C. 469
BONGIORNI L. 277
BONVICINI PAGLIAI A.M. 147
BOWLER C. 24
BOZZATO G. 303
BRUNO M.C. 521
BRUNO R. 211
BUFFONI G. 277
BULLINI L. 662 - 664
BUSSOTTI S. 384

C

CABRINI M. 577
CACUCCI M. 228 - 515
CADALANU R. 584
CALARESU G. 483 - 486
CALI C. 502
CAMMARATA M. 508
CAMPESAN G. 632 - 656
CAMPIONI D. 309
CANALI M.G. 353 - 356
CANCEMI G. 472
CANEPA E. 626
CANNAS R. 640
CARLI A. 605
CARPENÈ E. 312 - 315
CARTEI P. 580
CARUSO G. 502
CASAVOLA N. 188 - 204 - 510
CASELLATO S. 359
CASOTTI R. 24
CASTELLI A. 584
CASTELLINI C. 101

CASTIGLIA I. 483
CATALANO E. 513
CATTANEO-VIETTI R. 30
CATTANI O. 312 - 315 - 586
CAU A. 254 - 649
CAULI G. 649
CAVALLARO G. 211
CAVALLO R.A. 629 - 675
CECCHERELLI G. 122
CECCHERELLI V.U. 133
CECI E. 660
CEFALI A. 211
CERIONI S. 666
CERRANO C. 30
CHEMELLO R. 167 - 367 - 396
CHESSA G. 483 - 486
CHESSA L.A. 364 - 461 - 475
CHIERICONI V. 237
CHIMENZ C. 401
CIARCIA G. 324
CICCIARI A. 367 - 396
CIGNINI I. 417
CINELLI F. 115
COGNETTI A.G. 237
COGNETTI-VARRIALE A. M. 341
COK S. 577
COLOMBO G. 478
COLUCCIA E. 640
CONGIU L. 478
CONTI G. 359
CONWAY D. V. P. 298 - 301
COOMBS S.H. 301
CORNI M.G. 586
CORRAO A. 549
CORRIERO A. 518
CORRIERO G. 34 - 407 - 443
CORSI F. 217
CORTESI P. 315
COSSU A. 481
COSTA F. 211
COZZOLINO G. 324
COZZOLINO S. 681
CREMA R. 147
CRUSCANTI M. 615
CUDONI S. 475
CURATOLO A. 318
CURIEL D. 44 - 169 - 433

D

D'ADAMO R. 339 - 343
D'AMELIO S. 321
D'AMELIO V. 318
D'ANNA G. 538 - 541
D'ONGHIA G. 244 - 291
DA ROS L. 632
DE RUGGIERI P. 510
DE BENEDICTIS A. 637
DE BIASI A.M. 369 - 372 - 500
DE FALCO G. 472
DE GIROLAMO M. 528
DE METRIO G. 228 - 515 - 518
DE NICOLA M. 377 - 420
DE RANIERI S. 237 - 490 - 561
DE RUGGIERI P. 591
DE SANTIS A. 452
DECEMBRINI F. 51
DEIANA A.M. 640
DEL CARO A. 483
DELLA CROCE N. 223
DERIU A. 461
DESANTIS S. 518
DEVAUCHELLE N. 654
DI BELLA C. 549
DI CAVE D. 321
DI CRISCIO R. 681
DI FILIPPO C. 521
DI GUARDO G. 666
DI MARTINO V. 388
DI PIAZZA F. 167
DIELI T. 167
DINACCI N. 374
DINARDO C. 377

F

FADDA G. 461
FAIMALI M. 496 - 643
FANELLI G. 104 - 140
FANO E. A. 59 - 449
FELICINI G. P. 98
FERRARI C.R. 493 - 601 - 619

FERRETTI M. 544
FIORENTINO F. 262
FONTANA P. 182
FOSSATO V.U. 632 - 656
FRANCESCHINI G. 298
FRANCESCON A. 303
FRANCHI M. 339
FRANCO P. 17
FRANZOI P. 521 - 564
FRASCHETTI S. 626
FRATI R. 666
FROGLIA C. 431

G

GAIANI V. 59 - 449
GAMBACCINI S. 195 - 466
GAMBARDELLA C. 377 - 420 - 637
GAMBI M.C. 380 - 384
GATTI L. G. 59 - 449
GAUDIO L. 681
GAZALE V. 481
GENOVESE L. 327
GERACI S. 496 - 626 - 643
GHETTI A. 493 - 586 - 619
GIACCONE G. 388
GIACOBBE S. 393
GIANGRANDE A. 127 - 140
GIANGUZZA P. 367 - 396 - 513
GIORDANI G. 469
GIORDANO D. 525
GIOVANARDI O. 301 - 528
GIULIANI S. 490
GORIUP F. 399
GRECO S. 525
GRISTINA M. 34
GUARINO S.M. 377 - 420 - 681
GUERCIO A. 549
GUERZONI S. 469
GUIDETTI P. 384
GUNNELLA F. 318

H

HALLIDAY N. C. 301
HASANI L. 594
HAWKINS S.J. 668

I

INNAMORATI M. 66 - 580
ISANI G. 312 - 315
IURI M. 44

J

JERACE S. 380 - 393
JEREB P. 551

K

KENNEDY C.R. 321
KENTOURI M. 332

L

LA MESA G. 456
LA MESA M. 456
LA ROSA T. 530
LABATE M. 518
LARDICCI C. 445
LAZZARA L. 66
LAZZERETTI A. 172
LENZI F. 115
LENZI M. 463
LEONARDI M. 393
LEONZIO C. 658
LIBERTINI A. 303
LICCIANO M. 626
LIPPI BONCAMBI F. 401
LO BRUTTO S. 508
LO CAPUTO S. 510
LOPIANO L. 530
LORENTI M. 384
LORENZINI G. 405
LORIA G.R. 549
LUMARE F. 156

M

MAFFEI M. 335
MAGAZZÙ G. 51
MAGRI M. 426
MAIORANO P. 244 - 413
MALATESTA T. 666
MALTAGLIATI F. 348 - 646
MANCUSI C. 678

MANERA M. 312
MANGANARO A. 211
MANGANELLI M. 626
MANZUETO L. 301
MARANO G. 536 - 567 - 591
MARCHI A. 649
MARCOTRIGIANO G. 660
MARIANI L. 282
MARICCHIOLO G. 327
MARIN M.G. 632
MARRALE D. 223
MARTELLI M. 584
MARTELLO A. 343
MARTINO D. 374
MARTORANO D. 223
MARZOCCHI M. 44 - 169 - 433
MASSI L. 66
MASTROTOTARO F. 291
MATARRESE A. 244 - 413
MATTEUCCI S. 664
MATTIUCCI S. 662
MAZZOLA A. 508 - 530 - 564
MCFADZEN I. R. B. 298
MECOZZI M. 533
MELOTTI P. 332
MENEGHETTI F. 303
MERCURIO M. 34 - 407
MEROLA D. 324
MESCHINI P. 490
MICALE V. 327 - 330
MICARELLI P. 654
MICCIARELLI SBRENNA A. 309
MIGLIETTA A. 594
MILIA A. 640
MINGANTI V. 496
MINGAZZINI M. 597 - 601
MISTRI M. 133 - 410
MONARI M. 586
MONNI G. 341
MONTANARI G. 493 - 586 - 619
MONTANARO P. 127
MONTINARO B. 461
MORABITO F. 101
MORARA U. 551
MORDENTI O. 332
MOREL A. 1
MORI M. 237 - 282
MOSCA S. 483 - 486
MULAS G.A. 417
MURA M. 254
MUSCI E. 567

N

NALDI M. 469
NANNINI N. 237 - 561
NAPOLITANO L. 306
NARDO R. 564
NASCETTI G. 662 - 664
NASCI C. 656
NELSON W.G. 86
NICOLETTI L. 401
NICOLOSI P. 678
NIGRO M. 658 - 678

O

ONORATI F. 490
ONORATO L. 597 - 601
ORECCHIA P. 321
OREL G. 399
ORLANDO E. 405
ORRÙ A. 483 - 486
ORRÙ F. 254
ORSI RELINI L. 262

PAESANTI F. 335
PAGGI L. 662 - 664
PAGLIARANI A. 346
PAGNUCCO C. 586 - 605
PAIS A. 364 - 475
PALLADINO S. 533 - 554
PALMEGIANO G.B. 306
PALMIERI G. 515 - 518
PANE L. 605
PANETTA P. 413
PANNACCIULLI F.G. 668
PANSINI M. 74
PANZA M. 244
PAPARELLA P. 536

PARRINELLO N. 508
PASQUALINI V. 472
PASTORELLI A. M. 536 - 591
PATI A.C. 140
PATTI F. 330
PEIRANO A. 81
PELLEGRINI D. 490
PELOSI S. 339 - 343
PERDICARO R. 417
PERDICHIZZI F. 525
PERGENT-MARTIN C. 472
PERNICE M.R. 420
PERRUCCI G. 343
PESSANI D. 423
PETERS L.D. 656
PETRILLO M. 223
PETRIS A. 359
PETROCELLI A. 98
PIAZZI L. 426 - 429
PIERGALLINI G. 463 - 472
PIPITONE C. 538 - 541
PIRAINO S. 104
PIRINI M. 346
PIVA P. 335
POLENTA R. 431
POTOSCHI A. 211 - 228
PRANOVI F. 169 - 433 - 528
PRATO F. 549
PRETTI C. 341
PREVEDELLI D. 147
PRIOLI G. 335
PROCACCINI G. 436
PRONZATO R. 443
PULCINI M. 372 - 666

R

RAGONESE S. 306 - 551
RAMELLI M. 673
RASO E. 324
RATTO A. 343
REALE B. 237
RELINI G. 262 - 269
RELINI M. 269
RIALDI G. 626
RIBERA D'ALCALÀ M. 24
RIGGIO S. 34 - 167 - 367 - 396
RIGHINI P. 172
RINALDI A. 493 - 586 - 619
RINDI F. 348 - 351 - 426
RINELLI P. 440
RISMONDO A. 169 - 433
RISPOLI S. 374
RIZZELLO R. 443
RIZZI C. 629 - 675
RIZZI E. 510 - 609
RIZZI L. 445
ROCCA V. 237
ROMAIRONE V. 643
ROMANELLI M. 554
RONCARATI A. 332
ROSELLI A. 678
ROSITANI L. 557
ROSSETTI G. 469
ROSSI F. 348 - 445
ROSSI G. 449
ROSSI R. 521
ROSSOMANNO S. 341
RUBINO F. 612

S

SALA I. 182
SALVADORI S. 640
SALVI C. 577
SANNA L. 515 - 518
SANSONE G. 374 - 673
SANTAGIULIANA B. 359
SANTAMARIA N. 518
SANTANGELO G. 277
SANTULLI A. 318
SARÀ G. 530
SARTOR P. 237
SASSONE V. 673
SBRANA M. 237 - 561
SBRENNA G. 309
SBRILLI G. 615
SCALERA LIACI L. 34 - 407 - 443
SCARDI M. 364
SCARFÒ R. 502
SCILIPOTI D. 564
SCONFIETTI R. 367

SCUDERI D. 496 - 643
SECCI G. 584
SECHI F. 486
SECHI L. 461
SERENA F. 172
SERRA D. 640
SERRA G. 584
SERRA R. 312
SERRA S. 461
SERRAZANETTI G.P. 605
SICURO B. 306
SILVESTRI R. 172 - 458
SINISCALCO GIULIANO G. 681
SION L. 228 - 515
SOCAL G. 17
SPALLETTA B. 525
SPANÒ N. 440
STABILI L. 629 - 675
STORELLI M.M. 660
STURIALE P. 228

T

TARULLI E. 544
TERLIZZI A. 496 - 643
TESTA C. 486
TODARO M. 612
TOMASSETTI P. 452
TORCHIA G. 269
TORRICELLI L. 81 - 500
TOSTI M. 452
TRIGARI G. 346
TROMBETTI F. 346
TUNESI L. 282
TURSI A. 291

u

UGOLINI A. 101
UNGARO N. 557 - 567

V

VACCARELLA R. 536
VACCHI M. 456
VALLERGA S. 2
VANNUCCI A. 115
VENEZIANI R. 557
VENTRELLA V. 346
VIGNALI B. 101
VILLANI P. 339
VIRNO LAMBERTI C. 372
VITALE L. 364
VITALI G. 315 - 586
VLORA A. 591
VOLIANI A. 172 - 458

W

WEBB S. 662

Z

ZACCHI G. 571
ZACCONE R. 502
ZAMBONI A. 262
ZANETTI S. 461
ZAVA B. 513 - 549
ZAZZETTA M. 195 - 466 - 505
ZUCCHI A. 172
ZUNARELLI VANDINI R. 147
ZUPO V. 86 - 156

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI LUGLIO 1997

Fotocomposizione e stampa:

Erredi Grafiche Editoriali S.n.c. - Genova